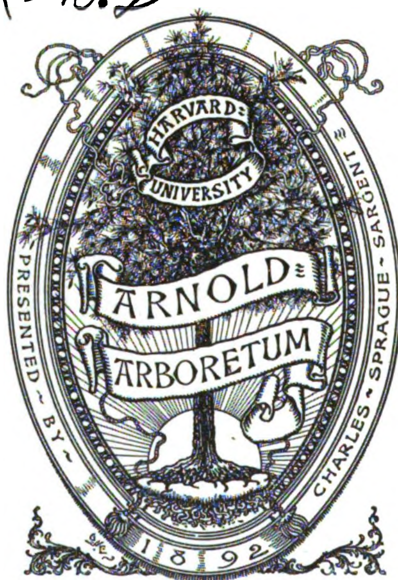
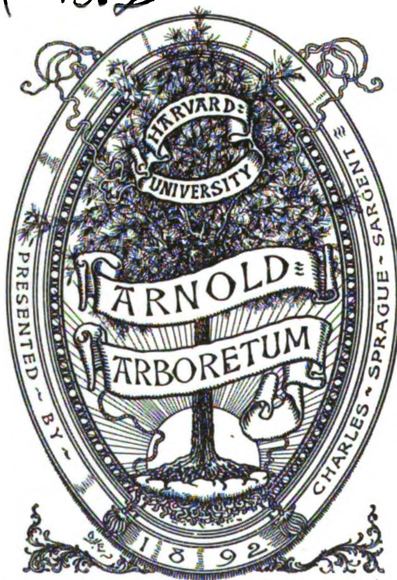

HARVARD
UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED BY
CHARLES SPRAGUE SARGENT
1892


HARVARD
UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED BY CHARLES SPRAGUE SARGENT
1892

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

COMPRENANT

LA ZOOLOGIE, LA BOTANIQUE

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE COMPARÉE DES DEUX RÈGNES

ET L'HISTOIRE DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

RÉDIGÉES

POUR LA ZOOLOGIE

PAR M. MILNE EDWARDS

POUR LA BOTANIQUE

PAR MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

—

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

TOME IX

PARIS

LIBRAIRIE DE VICTOR MASSON

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1858

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

PARTIE BOTANIQUE

SUR LA COUCHE DE CAMBIUM

DE LA

TIGE DES PHANÉROGAMES,

ET SUR SES RAPPORTS AVEC

L'ACCROISSEMENT EN ÉPAISSEUR DE CETTE TIGE,

Par M. Hugo von MOHL (1).

Les recherches qui ont été faites pendant ces dix dernières années ont appris que, bien que très différentes entre elles quant à leur structure, les tiges des Monocotylédons et des Dicotylédons se ressemblent beaucoup plus qu'on ne l'admettait au point de vue de leur développement. C'est là certainement un progrès satisfaisant ; mais, d'un autre côté, les observateurs qui se sont occupés de ce sujet ont émis des théories erronées, du moins à mon avis : d'où il me semble qu'il ne sera pas hors de propos de m'en occuper à mon tour.

Je crois que la marche la plus convenable sera d'examiner d'abord les travaux de M. Schleiden. Lorsqu'il étudie les propriétés du tissu végétal, cet observateur distingue, aux premiers degrés de son développement, trois périodes dans la formation des

(1) *Botanische Zeitung* des 25 juin et 2 juillet 1858, n°s 26 et 27, p. 185-190, 193-198.

cellules (1). Dans la première période, les nouvelles productions se montrent sous l'aspect d'une matière jaune, comme gélatineuse, et, *en apparence*, sans structure. Dans la seconde période, dans laquelle la formation cellulaire a cessé, on voit nettement un tissu cellulaire délicat, avec un contenu homogène, encore entièrement pénétré de suc. Enfin, dans la troisième période, on distingue dans le tissu cellulaire des parties noirâtres dues à ce que tous les méats intercellulaires sont déjà vides de suc et ne contiennent que de l'air.

Dans l'opinion de M. Schleiden, l'arrangement du tissu cellulaire n'influe que pendant sa première période sur la formation de la tige. C'est la disposition des cellules de seconde génération dans l'intérieur des cellules mères qui est, dans ce cas, la première condition déterminante. Quand elles sont rangées en lignes, dans les cellules mères, selon le sens de l'axe longitudinal de la tige, elles déterminent la production d'un mérithalle allongé; quand elles sont disposées selon les angles d'un tétraèdre (*sic*), il en résulte un mérithalle court; leur arrangement selon un plan perpendiculaire à l'axe donne naissance à un mérithalle fort étendu en largeur. La seconde condition est la marche du phénomène lui-même qui s'arrête à certaines places plutôt qu'à d'autres.

Dans la seconde période de la formation cellulaire, la seule action qui s'exerce est celle de l'agrandissement général et uniforme des cellules produites pendant la première période; aussi, pendant cette période, le volume peut changer, mais non la forme ni les rapports.

Dans la troisième période, il n'y a plus que l'agrandissement des cellules déjà existantes qui agisse comme donnant la forme.

Cette distinction de trois périodes se retrouve dans la troisième édition du même ouvrage (t. II, p. 132), où le cambium est défini comme un tissu cellulaire qui n'a pas encore cessé de produire de nouvelles cellules, propriété qui, comme on vient de le voir, serait pourtant le caractère exclusif de la première période.

Il ne sera pas inutile, avant d'aller plus loin, d'examiner atten-

(1) *Grundz. d. vissensch. Botan.*, etc., édit. de 1843, t. II, p. 127.

tivement cette définition du cambium. Je fais abstraction de cette circonstance que le tissu le plus jeune, lorsqu'on l'examine avec soin, ne constitue jamais une matière comme gélatineuse ni en apparence homogène, mais qu'il se laisse toujours bien reconnaître comme composé de cellules, d'où résulte l'impossibilité de distinguer la première et la seconde période; je ne parle pas non plus de ce fait que les cellules des organes végétatifs ne se multiplient pas par l'effet d'une production libre de nouvelles cellules, mais par division; je me tais aussi sur ce que les méats intercellulaires ne deviennent pas visibles parce que le liquide qu'ils contenaien est remplacé par de l'air, mais bien parce que les cellules du cambium, d'abord unies entre elles jusqu'au sommet de leurs angles, se séparent les unes des autres en arrondissant ces mêmes angles. Une circonstance plus importante, c'est que la multiplication des cellules a lieu non-seulement à l'époque désignée par M. Schleiden comme la première période, mais encore pendant la seconde période et souvent même pendant la troisième. Dès lors, il n'y a pas lieu de distinguer ces périodes avec M. Schleiden, et le principe posé par lui, que tous les organes élémentaires sont produits pendant la première période du développement cellulaire, et que tout accroissement ultérieur résulte uniquement de l'agrandissement des cellules, ce principe, dis-je, est absolument erroné.

Je crois moi-même que, dans la formation des cellules que présente un organe jeune, on peut distinguer trois périodes; mais en leur assignant des limites différentes de celles qu'indique M. Schleiden. Les parties les plus jeunes, qui ne sont encore qu'à l'état en quelque sorte d'ébauche, sont composées de cellules parenchymateuses étroitement unies les unes aux autres et qui forment un tissu homogène, dans lequel il n'existe pas encore le moindre indice de la distinction qui aura lieu plus tard en parenchyme, faisceaux vasculaires, etc. Avec M. Schacht on peut qualifier ce tissu de *parenchyme primitif* (*Urparenchym*); on pourrait aussi lui réserver exclusivement la dénomination de *cambium* si elle n'était déjà généralement usitée depuis longtemps pour désigner des formations de la seconde période, particulièrement la couche de cambium

déjà bien développé des arbres dicotylédons. Dans la seconde période, le tissu se divise en différentes sortes : en effet, la formation de cellules parenchymateuses se continue par la division d'une portion des cellules selon différentes directions, et, d'un autre côté, dans d'autres groupes cellulaires, il se forme des cellules allongées, des vaisseaux, etc., par suite de la prédominance de la division longitudinale et de la cessation, ou complète, ou fréquente, de la division transversale. Pendant cette deuxième période, le tissu possède encore des parois minces, et l'absence de méats intercellulaires lui laisse encore de la transparence. Une particularité qui caractérise les parois des cellules pendant cette période et la précédente, par opposition avec la membrane des cellules plus avancées, c'est qu'elles s'emparent de la matière colorante d'une solution de carmin et se colorent en rouge vif. Le commencement de la troisième période, à l'arrivée de laquelle le tissu sort de l'état de cambium, est indiqué par l'apparition dans le parenchyme de méats intercellulaires, qui se remplissent d'air, et dans les cellules allongées, dans les vaisseaux, etc., par le dépôt de couches secondaires. La division longitudinale des cellules parenchymateuses selon la direction parallèle à la surface de l'axe est maintenant à peu près terminée ; au contraire, la division transversale et la multiplication des cellules selon la longueur de l'axe se continuent encore pendant longtemps dans beaucoup de cas. De là résulte aussi constamment la possibilité, pour certaines parties d'un tissu déjà bien formé et même parvenu à son développement le plus complet, de revenir encore à l'état de cambium, puisque, en se divisant, elles produisent en elles un tissu jeune et donnent lieu de cette manière à la formation de faisceaux vasculaires, de couches péridermiques, etc.

Si, après avoir ainsi examiné le cambium, nous passons aux idées de M. Schleiden sur le développement de la tige, nous verrons qu'il distingue les cinq cas suivants (1) :

A. La première différence existe entre les Monocotylédons et les Dicotylédons. Dans ceux-ci, chaque faisceau vasculaire gagne

(1) *Grundzüge*, 1re édit., t. II, p. 128.

continuellement en épaisseur, tandis que, dans les premiers, la formation de nouvelles cellules cesse du bas vers le haut ; dès lors l'accroissement en épaisseur des portions de la tige devient impossible et le grossissement de l'axe ne peut avoir lieu que successivement, alors que les mérithalles qui se suivent sont de plus en plus larges (sect. D). Les *Dracæna* font exception sous ce rapport.

B. La production se continue régulièrement du bas vers le haut ; une surface déterminée de la base cessant toujours de former des cellules, il se produit un axe qui s'élève en cylindre. Ce phénomène se montre dans les types à mérithalles allongés.

C. Si la formation de nouvelles cellules cesse sur certains points de la circonférence plutôt que sur d'autres, on a des axes avec des angles saillants

D. Lorsque la formation de nouvelles cellules continue d'avoir lieu plus longtemps à la circonférence que vers le centre, le bourgeon terminal étant d'ordinaire conique, la production cellulaire ne s'opère pas dans tout le cône, mais toujours uniquement selon une surface conique, de telle sorte que la face libre de ce cône comprend les cellules jeunes, tandis que l'intérieur de ce solide renferme les cellules plus âgées. Ici encore l'axe entier du cône s'élève ordinairement en forme de cylindre, non par la superposition uniforme de disques, comme dans le cas B, mais par l'emboîtement de cônes creux empilés. Chaque mérithalle constitue un de ces cônes creux, et ne peut dès lors être enlevé par une section dirigée verticalement dans l'axe, mais bien par une coupe menée parallèlement à la surface conique. Si la production de nouvelles cellules a lieu dans un mérithalle un peu plus longtemps que dans le précédent, elle donne naissance à un cône plus allongé, qui empiète dès lors sur la base du précédent, et le nouveau mérithalle devient ainsi plus large que celui qui l'a précédé (*Melocactus*, *Zea*, etc.).

E. Si la production des cellules cesse plutôt au bord qu'au milieu, et qu'ici les nouvelles se disposent constamment selon une surface, le bord de l'ensemble doit se relever, puisque la portion centrale s'accroît graduellement selon une forme creuse ; il se

produit alors quelque chose d'analogue à ce qui arrive lorsqu'un ouvrier frappe sans cesse sur le milieu d'un cercle de fer-blanc sans toucher à sa circonférence. Ainsi se produisent le calice de la Rose, l'extrémité en entonnoir de la tige des *Echinocactus*, etc.

A un autre endroit de son ouvrage (t. II, p. 147), M. Schleiden donne encore une autre explication des différences d'organisation intérieure que présentent les tiges. Il part de ce principe qu'à mesure que se forme le tissu cellulaire, une portion passe constamment à l'état de faisceaux vasculaires. Dès lors la direction de ces faisceaux dépend absolument de celle de l'activité formatrice. Par suite, dans les tiges à mérithalles allongés, dans lesquelles la production marche toujours également du bas vers le haut par disques horizontaux, les faisceaux doivent marcher droit et assez parallèlement à l'axe; au contraire, dans celles où la végétation terminale superpose toujours un cône creux à un autre, les faisceaux, en se formant, sont dirigés de la base du cône vers son sommet, c'est-à-dire de la base du mérithalle jusqu'à son axe; ensuite de nouveaux mérithalles venant se superposer au premier, les faisceaux vasculaires de celui-ci se portent à travers les mérithalles de formation plus récente jusqu'à la circonférence où ils se rendent dans les feuilles et les bourgeons. Ils décrivent donc un arc à convexité intérieure, dont la longueur et la courbure dépendent de la forme du bourgeon terminal. Comme les nouvelles parties se forment toujours en dehors des faisceaux vasculaires primaires, qu'il s'agisse du grossissement des faisceaux anciens dans les Dicotylédons ou de l'ébauche de nouveaux faisceaux dans les Monocotylédons, il s'ensuit que les faisceaux plus anciens et situés plus profondément vers l'axe, qui vont à la périphérie vers les feuilles et les bourgeons, doivent nécessairement croiser les faisceaux plus jeunes qui s'élèvent plus haut dans l'axe, ou les matières génératrices qui sont nées d'eux vers l'extérieur.

Si nous examinons comment M. Schleiden décrit le développement de la tige, nous voyons d'abord que le point fondamental de sa description est que, comme on le savait déjà depuis longtemps pour les Dicotylédons, les faisceaux vasculaires des Monocoty-

lédons prennent naissance dans une couche de cambium située sous la superficie de la tige, couche dans laquelle le tissu parenchymateux qui sert au développement ultérieur de la tige se développe en même temps que les faisceaux vasculaires. Cette manière de voir est en contradiction formelle avec l'opinion de M. Meneghini qui admet que les faisceaux vasculaires naissent uniquement dans le tissu parenchymateux déjà bien formé, par l'effet des courants de séve. Or, l'idée de M. Schleiden trouvera sa confirmation dans toutes les observations qui seront exposées plus loin.

Nous devons nous exprimer en termes moins favorables relativement aux autres parties de la théorie de M. Schleiden; en effet, ce botaniste n'attache pas, à beaucoup près, assez d'importance aux différences qui existent dans l'organisation intérieure des plantes et qui concordent avec leur arrangement systématique; il donne trop de valeur à la forme extérieure des tiges, particulièrement à la longueur de leurs entre-nœuds, et il attribue ces modifications externes à des différences internes de développement qui n'existent pas dans la nature.

On sait depuis longtemps que les Monocotylédons et les Dicotylédons ne sont pas nettement séparés les uns des autres sous le rapport de la structure intérieure de leur tige, puisqu'il existe entre eux une série de formations intermédiaires; cependant, dans la plupart des cas, la différence est nettement prononcée entre eux. M. Schleiden ne considère que l'augmentation d'épaisseur qui s'opère dans les faisceaux des Dicotylédons et non dans ceux des Monocotylédons. Mais, comme on le sait, c'est précisément sous ce rapport qu'il existe beaucoup d'exceptions; dès lors il est essentiel de considérer aussi la seconde différence majeure qui consiste dans le trajet en arc suivi par les faisceaux vasculaires des Monocotylédons. Si, dans mon *Anatomie des Palmiers*, j'ai insisté principalement sur cette marche des faisceaux vasculaires et sur la diversité de structure qu'un seul et même faisceau présente dans les différentes parties de sa longueur, j'ai eu pour cela deux motifs : le premier était que les matériaux dont je pouvais disposer pour ce travail me permettaient d'étudier la tige développée d'un grand nombre de Palmiers, mais non d'en

observer à fond le développement; le second était que je trouvais là un argument des plus forts contre la théorie de l'accroissement endogène des Monocotylédons qui était alors généralement admise et que De Candolle avait même prise comme base de sa division systématique. Mais même aujourd'hui ce point a une bien plus grande importance que ne le pense M. Schleiden, car cette différence de direction des faisceaux vasculaires est une particularité très caractéristique de la tige des Monocotylédons et la conséquence d'un mode particulier de développement.

Dans le plus grand nombre des Dicotylédons les faisceaux vasculaires jeunes sont placés l'un à côté de l'autre dans la zone du cambium, et ils montent, sans s'arquer vers le centre de la tige, jusqu'au point où chacun d'eux se porte à l'extérieur vers une feuille; la zone du cambium forme un cercle non interrompu à travers les faisceaux et les cellules parenchymateuses situées entre eux : de là vient que le liber de tous ces faisceaux se trouve en dehors du cambium dans l'écorce. Lorsqu'il se forme de nouveaux faisceaux, on les voit se développer entre les anciens dans le même cylindre de cambium qui a donné lieu à la production de ceux-ci. Mais dans le temps qui s'est écoulé entre la production des faisceaux anciens et des nouveaux, les premiers se sont plus ou moins développés, leur portion ligneuse a gagné en épaisseur dans le sens du rayon de la tige; de son côté, le tissu médullaire de cette tige s'est accru vers l'extérieur dans la même proportion, et la zone du cambium a été ainsi reportée vers l'extérieur : il en résulte que la portion interne du bois des jeunes faisceaux vasculaires est plus éloignée du centre de la tige que la portion correspondante des faisceaux plus anciens, sans pourtant que les portions moyenne et externe des mêmes faisceaux soient repoussées vers le dehors plus que les faisceaux plus âgés.

Dans les Monocotylédons les choses se passent tout autrement. Le faisceau vasculaire qui provient précisément d'une portion de la zone du cambium se trouve sur toute sa longueur, comme celui d'un Dicotylédon, dans le cylindre de cambium, ou plutôt, puisque le bourgeon est toujours rétréci en pointe vers le *punctum vegetationis*, dans un cône creux qui forme la continuation du cylindre

de cambium. En même temps que ce faisceau, et non-seulement à côté de lui, mais encore sur la face tournée vers la périphérie de la tige, il se forme encore du cambium du tissu médullaire parenchymateux qui repousse vers la périphérie la couche sans cesse renouvelée de ce faisceau. Cette production de tissu cellulaire à l'extérieur du faisceau vasculaire est presque ou même entièrement terminée dans la région de la tige où se trouve l'extrémité inférieure de celui-ci, tandis qu'elle devient de plus en plus forte vers le haut : il s'ensuit que, lorsqu'on examine une tige bien formée, on voit que le bout inférieur des faisceaux se trouve à la limite la plus externe du parenchyme médullaire et n'est recouverte le plus souvent que d'une ou deux couples d'assises cellulaires appartenant à ce dernier tissu; tandis que la portion supérieure des mêmes faisceaux qui, à sa naissance, n'était séparée du centre de la tige que par un petit nombre de cellules non destinées à se multiplier, et qui plus tard a été recouverte par des couches épaisses de cellules à son côté externe, se trouve profondément enfoncée dans la tige. Enfin la portion la plus haute de chaque faisceau, qui se rattachait à une feuille dès le bourgeon, a été repoussée comme celle-ci, tout en la suivant pendant le développement ultérieur du bourgeon, du centre vers la périphérie du cylindre de la tige. A mesure que le tissu cellulaire se multipliait vers l'extérieur de la tige, cette même portion a subi un accroissement intercalaire entre le centre de cette tige et la base de la feuille, et elle a pris une direction plus ou moins horizontale de l'intérieur vers l'extérieur. Maintenant, comme le même phénomène se reproduit dans le cône de cambium refoulé vers la périphérie, les jeunes faisceaux vasculaires qui naissent de la couche du cambium élargie doivent marcher dans la tige séparés des anciens et plus vers l'extérieur. Si, comme on le voit souvent dans les Palmiers, la même feuille reçoit des faisceaux d'âges différents, les plus jeunes considérés dans la tige formée ne se montrent pas aussi enfoncés, au point où ils se recourbent pour se porter vers la feuille, que le sont ceux dont la formation a eu lieu de meilleure heure; la raison en est qu'au moment de leur premier développement, la base de la feuille et le cône du cambium étaient déjà plus éloignés du centre

de la tige par l'effet de la production de cellules médullaires qu'à l'époque où sont nés les faisceaux plus âgés de la même feuille. C'est M. Meneghini qui a reconnu le premier cette particularité et qui en a donné une bonne explication.

M. Schleiden connaissait bien cette différence entre le mode de développement des faisceaux vasculaires dans les Monocotylédons et les Dicotylédons ; malheureusement il a pensé qu'elle était entièrement indépendante de la nature monocotylédonée ou dicotylédonée de la plante, et que la circonstance à laquelle elle se rattachait était que les mérithalles de la tige s'allongeassent en cylindre ou restassent raccourcis. De là il est tombé d'une erreur dans une autre.

Le mode de développement distingué par lui comme formant la catégorie B, dans lequel la tige se formerait de bas en haut par disques horizontaux, de manière à donner aux faisceaux une marche rectiligne et parallèle à la direction de l'axe, n'existe pas du tout. Toute tige, quelle que soit sa forme, se termine à son extrémité supérieure en un *punctum vegetationis*, où ses feuilles se produisent et vers lequel convergent les faisceaux les plus jeunes. Cette particularité reste absolument identique, que le sommet de la tige soit allongé en cône, aplati ou déprimé. Que, plus tard, les faisceaux se trouvent tous disposés en cylindre sous l'écorce, ou qu'ils se portent en dedans jusqu'au centre de la tige comme chez les Palmiers, cela n'a pas le moindre rapport avec la longueur des entre-nœuds de la tige et ne tient exclusivement qu'à ce que la zone du cambium produit ou non du parenchyme à l'extérieur des faisceaux vasculaires. Cette circonstance ne se présente pas dans les tiges des Dicotylédons à mérithalles courts, par exemple, dans les *Sempervivum*, comme ne rentrant pas dans le mode de développement des Dicotylédons, et d'un autre côté, on l'observe dans les Monocotylédons à longs articles. C'est précisément sur un Palmier à tige arundinacée que j'ai découvert la marche en arc des faisceaux des Monocotylédons, à partir de la feuille jusqu'au centre de la tige, et, de ce centre, en descendant vers l'extérieur jusqu'à la périphérie. M. Schleiden est complétement dans l'erreur lorsque, pour établir le mode particulier de végétation

qu'il assigne aux tiges à longs entre-nœuds, il admet que, dans ce cas, par exemple dans les Graminées, les faisceaux d'un entre-nœud ne se produisent pas l'un après l'autre selon l'ordre de l'intérieur à l'extérieur, mais qu'ils commencent à se montrer simultanément et se développent de même. L'examen du bourgeon terminal d'une grande Graminée, par exemple de l'*Arundo donax*, montre de la manière la plus nette, ce qu'au reste savait déjà Moldenhawer, qu'ici encore la règle générale des Monocotylédons se conserve, et que les faisceaux extérieurs sont encore tout à fait à l'état de cambium, lorsque les intérieurs possèdent déjà des vaisseaux spiraux.

On ne peut pas plus admettre la manière dont M. Schleiden interprète l'accroissement des tiges à mérithalles courts, pourvus d'un bourgeon terminal conique, pour lesquelles il fait provenir les faisceaux vasculaires, non pas d'une couche de cambium commune à tout ce bourgeon terminal, mais d'une série de cônes creux se produisant l'un après l'autre, s'emboîtant les uns dans les autres, ayant leur bord libre, et correspondant à autant d'entre-nœuds. Certainement cette manière de voir est inexacte pour les tiges dicotylées raccourcies, comme celles des Euphorbes charnues, des *Sempervivum*, etc. En effet, ces tiges ont, sous tous les rapports, la même structure que celles à longs articles; en outre, le mode d'accroissement de l'entre-nœud et de ses faisceaux vasculaires n'est nullement modifié, que son allongement se continue encore pendant longtemps par l'effet de la multiplication des cellules et de leur élongation, après qu'il est sorti de l'état de bourgeon, ou qu'il n'ait lieu qu'à un faible degré. On serait plutôt porté à admettre cette théorie pour le développement des tiges des Monocotylédons, puisque leurs cônes se forment l'un au-dessus de l'autre; cependant les choses se passent ici tout autrement que M. Schleiden ne les dépeint et tout à fait de même que pour les tiges formées d'entre-nœuds cylindriques allongés, pour lesquelles le bourgeon terminal est au fond tout aussi conique que celui des tiges à courts articles. Le cylindre de cambium d'une tige dicotylédone, qui se transforme continuellement en couches ligneuses et en rayons médullaires à son côté intérieur et qui se renouvelle

constamment vers l'extérieur par formation de nouvelles cellules, est formé à diverses époques de cellules tout à fait différentes et occupe aussi une place différente; cependant il reste essentiellement toujours le même et unique, et il ne viendra certainement à l'idée de personne de dire que successivement il se soit produit un nombre plus ou moins considérable de cylindres concentriques de cambium distincts et séparés. Mais il n'y a pas plus de motifs pour regarder, avec M. Schleiden, le développement et la régénération de la couche conique de cambium du bourgeon en cône comme résultant de plusieurs assises de cambium successives, superposées comme une pile d'entonnoirs et ayant les bords libres. Ce dernier point, en particulier, repose sur une idée absolument fausse. Il n'existe pas, comme le pense M. Schleiden, dans chaque entre-nœud du bourgeon, une couche particulière de cambium; mais tous ensemble en ont une commune et à chaque entre-nœud séparé correspond seulement une zone plus ou moins étendue de ce cambium commun. Il n'y a pas le plus léger indice d'un bord libre au cambium de chaque entre-nœud, mais la zone qui correspond à chacun d'eux forme la continuation immédiate de celui qui appartient à un entre-nœud inférieur, de même que dans une tige cylindrique. Par les progrès du développement du bourgeon, dans le haut de cette couche de cambium, la portion interne se change en faisceaux vasculaires et en parenchyme, tandis que la face externe se régénère en produisant de nouvelles cellules; il se forme de cette manière une nouvelle assise de cambium, située plus près de l'extérieur de la tige, tandis que cette régénération s'opère de moins en moins, à mesure que l'on considère un point plus bas, jusqu'au niveau où la production de nouvelles cellules cesse tout à fait et où le cône générateur passe au cylindre de cambium du bas de la tige qui n'est plus apte à donner de nouvelles formations. Dès lors, dans les tiges qui deviennent plus épaisses vers le haut, il ne peut être question de la production d'une nouvelle couche supérieure de cambium qui aurait pour base le bord libre de celle qui appartient à l'entre-nœud inférieur, par la raison que ce bord libre n'existe pas. Lorsqu'une tige se renfle vers le haut en cône renversé, cela est dû à ce qu'il se développe un plus

grand nombre d'organes élémentaires dans les entre-nœuds supérieurs. Cet accroissement ne s'opère pas comme par secousses et l'on ne voit pas un entre-nœud s'étendre vers le bas sur la périphérie du précédent ; mais l'entre-nœud inférieur participe encore au développement de celui qui est au-dessus de lui ; il devient conique renversé, et passe graduellement à ce dernier.

Une opinion également erronée, c'est celle d'après laquelle le cône de cambium correspond à un entre-nœud, de sorte que, par suite, les faisceaux vasculaires de nouvelle formation marchent de la périphérie de l'entre-nœud vers son axe, et que plus tard, lorsqu'il se forme de nouveaux articles, ces faisceaux se prolongent à travers les nouveaux cônes de cambium, pour arriver aux feuilles et aux bourgeons. Sans doute, je pourrais admettre que les faisceaux vasculaires sont déjà parvenus au centre de la tige à l'extrémité du premier entre-nœud et qu'ils arrivent à la feuille dans le second, si je n'avais pas encore rencontré jusqu'à ce jour de tiges de ce genre ; mais, dans le fait, cela ne changerait rien à la chose, et, dans un pareil bourgeon, chaque entre-nœud n'aurait pas plus sa couche de cambium à lui propre que dans une plante dans laquelle chaque faisceau vasculaire parcourt une douzaine de mérithalles. Il n'est pas vrai non plus que, dans les tiges à courts entre-nœuds, ceux-ci aient une forme conique correspondante à celle de l'enveloppe de cambium et s'emboîtent à la manière d'une pile d'entonnoirs, de façon à ne pouvoir être isolés les uns des autres par une section horizontale. Une coupe longitudinale menée à l'extrémité d'une tige à longs articles, par exemple de l'*Arundo donax*, montre que les entre-nœuds ne se rétrécissent pas en pointe vers le haut, mais qu'ils sont séparés les uns des autres par des surfaces horizontales ou concaves du haut vers le bas.

Cette dernière particularité me conduit à considérer la forme de tige rangée par M. Schleiden dans sa catégorie E, dans laquelle le bourgeon est concave au milieu. Cet enfoncement du sommet de l'axe, qu'on observe dans beaucoup de tiges, lui semble dû à ce que la production de nouvelles cellules cesse plutôt au bord qu'au milieu, et que par suite de ce fait, le centre des entre-nœuds se creuse comme un disque de fer-blanc qu'on ne frappe de coups

de marteau que vers son milieu. Cela pourrait être si l'entre-nœud était libre en dessous, comme l'est le disque de fer-blanc ; mais comme sa surface inférieure est adhérente au tissu déjà mieux formé et plus solide des entre-nœuds sous-jacents, la production prédominante de cellules vers son centre ne peut pas plus le rendre concave que, pour employer la figure à laquelle cet auteur a eu recours, des coups de marteau ne creuseraient un disque de fer-blanc soudé à une masse de métal. Cette prédominance du développement cellulaire dans le milieu de l'entre-nœud ne pourrait produire que son développement en hauteur, et, par conséquent, amener le contraire de ce que suppose M. Schleiden. Il est facile de voir que ce creusement du sommet de l'axe provient, au contraire, de ce que les cellules se produisent en plus grande abondance à la périphérie, tandisque celles du centre restent en arrière pour leur développement dans le sens de la hauteur. Plus tard survient une seconde période de l'accroissement, dans laquelle les cellules du centre s'allongent : de là, la forme de ménisque qu'avait l'entre-nœud est remplacée par celle d'un disque ; la surface de la tige qui était recourbée vers l'intérieur se rejette en dehors et se change en cylindre, comme M. Hofmeister l'a parfaitement prouvé pour la tige des Fougères qui se montre enfoncée à son extrémité.

M. Schleiden n'a pas cherché à reconnaître (si ce n'est pour les *Dracæna*) comment se comporte la couche de cambium après que le bourgeon s'est développé en tige, ni ce qu'elle devient dans la tige bien formée ; mais M. Karsten s'est occupé de ce sujet dans son travail sur les organes de la végétation des Palmiers (1847). Cet observateur, faisant ses recherches dans une contrée tropicale, a eu l'immense avantage de trouver autour de lui des matériaux abondants fournis par des végétaux entiers et vivants, avantage que nul n'apprécie mieux que moi qui, pour mes études sur l'anatomie des Palmiers, n'ai pu guère disposer que de tronçons de tiges.

M. Karsten a exposé avec beaucoup de clarté comment, dans le bourgeon terminal des Monocotylédons, particulièrement des Palmiers, les faisceaux ligneux prennent naissance dans le tissu cam-

bial d'une couche conique dont le cambium se transforme sur certains points en parenchyme, sur d'autres en faisceau vasculaire. Dans la suite du développement du bourgeon en tige, cette couche conique prend à son extrémité inférieure la forme d'un cylindre. La multiplication du cambium s'y continue pendant quelque temps encore, tandis qu'en même temps sa face externe, mais surtout sa face interne, se changent en parenchyme et que des parties isolées de cellules cambiales se séparent du parenchyme et se développent en faisceaux ligneux qui s'étendent dans la moelle et même, pour quelques plantes, dans l'écorce. Après que les diverses parties de la tige se sont ainsi organisées aux dépens de la couche du cambium, celui-ci perd (excepté dans les *Dracæna*) la faculté de produire de nouvelles cellules, et ses derniers restes se transforment en une couche diversement organisée dans les plantes. Cette couche s'observe dans la tige déjà formée entre les faisceaux vasculaires les plus externes et l'écorce, à laquelle M. Karsten donne le nom de *cylindre ligneux* (*Holzcylinder*). Dans les Palmiers, les cellules de ce cylindre ligneux ressemblent presque à celles de l'écorce et de la moelle, et il se forme ainsi un tissu analogue aux rayons médullaires des Dicotylédons, qui rattache la moelle et l'écorce. Les choses se passent de même dans les Pandanées, les Aroïdées, les Orchidées et les Graminées. Dans d'autres plantes, au contraire, les couches les plus externes du cambium se transforment en cellules essentiellement différentes de celles de l'écorce et de la moelle, notamment par la grande épaisseur de leurs parois; elles constituent une couche-limite intermédiaire à la moelle et à l'écorce, composée souvent d'une ou deux assises. Ces cellules varient de forme : elles sont parenchymateuses là où les terminaisons inférieures des faisceaux vasculaires se relient entre elles en réseau, tandis qu'elles sont plus ou moins prosenchymateuses là où les faisceaux marchent parallèlement les uns aux autres. A cause de la lignification de ces cellules, M. Karsten nomme *couche ligneuse* la zone qu'elles composent, mais sans dire catégoriquement quelle est l'importance de ce tissu ligneux, ni si ses cellules sont ligneuses ou libériennes (p. 100). Enfin, dans les *Dracæna* et les plantes voisines, l'acti-

vité productrice qui caractérise le cambium ne cesse pas par cette transformation en cellules lignifiées, mais elle se conserve pendant toute la vie de la tige en produisant, comme chez les Dicotylédons, une couche ligneuse dont pourtant les faisceaux ne doivent pas être regardés comme le prolongement inférieur de ceux de nouvelle formation qui se trouvent dans la partie supérieure (p. 99), mais doivent être comparés aux couches annuelles des Dicotylédons (p. 103).

Si l'on considère comme cylindre ligneux cette zone-limite entre le tissu de la moelle et celui de l'écorce, qui est très prononcée dans beaucoup de Monocotylédons et qui disparaît entièrement chez d'autres, cette interprétation soulève les deux questions suivantes : cette zone-limite formée d'un tissu cellulaire homogène doit-elle être comparée à la couche fibreuse qui, chez les *Dracæna*, gagne en épaisseur pendant toute la vie, ou bien est-elle analogue aux couches annuelles des Dicotylédons ?

Il n'y a pas le moindre doute que dans les Graminées, les *Asparagus*, *Ruscus*, *Iris*, etc., cette ligne–limite se forme de telle sorte que plus elle se développe près de la circonférence, plus la production de faisceaux vasculaires dans la zone du cambium tire vers sa fin ; en outre, le développement des cellules de parenchyme médullaire qui se forment à côté des faisceaux subit un changement, car plus elles sont extérieures, plus elles sont étroites et généralement aussi allongées, jusqu'à ce qu'enfin toute formation cellulaire cesse d'avoir lieu. Ces cellules ne constituent pas du tout un analogue du bois, bien que les plus extérieures d'entre elles aient ordinairement des parois beaucoup plus épaisses et une longueur beaucoup plus grande que les cellules intérieures de la moelle et celles de l'écorce ; elles ne sont qu'une simple modification du parenchyme médullaire, et cela d'autant plus que la différence qu'elles présentent sous le rapport de la forme et de l'épaisseur des parois n'est pas pour elles un caractère constant, mais que, comme le fait très bien observer M. Karsten, dans les Palmiers, cette couche cellulaire tout entière ne peut être distinguée des cellules de la moelle ni de celles de l'écorce. Si nous examinons la région correspondante dans les Dicotylédons,

nous y remarquerons des particularités analogues. Les arbres présentent, en général, quelque chose de semblable à ce que nous venons de voir dans les Palmiers; en effet, le tissu de leurs rayons médullaires passe au tissu cellulaire de l'écorce, sans que ses cellules subissent une modification essentielle dans leur organisation; toute la différence qu'on y remarque c'est qu'à la limite entre la moelle et l'écorce les cellules ont la faculté de se multiplier par division. Au contraire, chez d'autres Dicotylédons, on trouve la même séparation tranchée entre le parenchyme de la moelle et celui de l'écorce que dans les rhizomes des *Iris*, etc., et aussi avec cette particularité que cette ligne de séparation se trouve un peu en dehors du cercle des faisceaux vasculaires et que la production de nouvelles cellules cesse à la ligne-limite, comme dans les Monocotylédons. C'est ce qu'on voit nommément dans les tiges des *Cucurbita*, *Cucumis*, *Lagenaria*, etc., ainsi que dans celles des *Basella alba* et *rubra*. Nous trouvons donc ici, comme dans les Monocotylédons, au lieu d'une couche de cambium réunissant en un cylindre général fermé les cambiums des différents faisceaux vasculaires, une délimitation tranchée du tissu médullaire vers l'extérieur, laquelle ne subit plus de changement dans la suite. Au reste, il n'y a qu'une bien légère différence entre ces tiges et celles qui présentent une transition non interrompue entre la moelle et l'écorce; c'est ce qu'on reconnaît en examinant la portion de la tige inférieure aux cotylédons, dans laquelle, chez les *Basella*, la région-limite se reconnaît encore jusqu'à un certain point, parce que les cellules y sont un peu plus étroites que celles de l'écorce et de la moelle, mais sans former néanmoins une zône bien tranchée, tandis que chez les Cucurbitacées qui viennent d'être citées, l'entre-nœud cotylédonaire ne montre pas la moindre différence entre le tissu cellulaire de l'écorce et celui de la moelle, ni le plus léger indice d'une démarcation entre les deux. Les choses étant ainsi, je ne pense pas qu'il convienne de nommer cylindre ligneux la région périphérique du parenchyme médullaire des Monocotylédons, qui procède en dernier lieu du cambium; en effet, une partie de tige, pour recevoir la qualification de bois (sans parler même des vaisseaux), doit tout au moins pré-

senter un contraste marqué avec le parenchyme caulinaire : or, ici, ce contraste, tantôt fait entièrement défaut, tantôt tient à un simple épaississement des parois des cellules parenchymateuses, tantôt repose sur une légère modification de forme des cellules médullaires (allongement) au milieu du passage gradué à la forme ordinaire des cellules de la moelle. Ces cellules-limites sont une formation d'arrêt qui met fin à la production de cellules de la moelle vers l'extérieur.

Les choses se passent différemment dans les *Dracæna*. Ici la formation du nouveau tissu ne discontinue pas; le produit de la couche de cambium qui se régénère est formé non pas seulement de cellules parenchymateuses, mais de tissus de deux sortes, savoir, de cellules parenchymateuses et de faisceaux fibreux. Il y a donc là une analogie évidente avec la production ligneuse normale des Monocotylédons, bien que les faisceaux vasculaires soient incomplets, puisqu'ils ne renferment pas de vaisseaux. Conformément au type des tiges de Monocotylédons, ces nouvelles couches ligneuses ne forment pas de zones concentriques continues; elles ont la forme de faisceaux distincts et séparés, bien que anastomosés entre eux de manières diverses. Si, avec M. Karsten, nous donnons à ces faisceaux extérieurs le nom de cylindre ligneux, la différence importante de leur organisation est un motif pour ne pas étendre cette expression à la couche-limite qui, dans les autres Monocotylédons, est composée uniquement de tissu cellulaire; car, dans ce dernier cas, l'aptitude génératrice de la couche du cambium s'éteint avant qu'elle puisse produire ce cylindre ligneux. Dans mon anatomie des Palmiers, j'ai regardé ces faisceaux vasculaires extérieurs des *Dracæna* comme l'extrémité inférieure des faisceaux qui se rendent aux feuilles supérieures ; M. Unger croit avoir confirmé cette manière de voir par ses recherches (1); mais maintenant, je pense que M. Karsten a eu raison de la regarder comme erronée. Lorsque ce dernier botaniste (p. 103) compare ces faisceaux vasculaires externes aux couches annuelles des Dicotylédons, son idée est peu admissible, puisque ces couches, parti-

(1) *Bau und Wachsth. d. dikot. Stammes*, p. 37.

culièrement dans nos arbres, doivent leur origine principalement au cambium des faisceaux primaires qui est situé entre le bois et le liber; elles ont donc une origine essentiellement différente de celle des faisceaux vasculaires externes des *Dracæna*. On pourrait plutôt comparer ces faisceaux à ces couches ligneuses qui, dans plusieurs Dicotylédons, par exemple dans les Balsamines, sont produits, avec les faisceaux vasculaires espacés, par la portion de la couche du cambium située entre les faisceaux vasculaires primaires. On pourrait même les comparer avec plus de raison aux faisceaux ligneux extérieurs confluents des Nyctaginées, des Chénopodées, etc., qui sont arrangés tantôt en cercles concentriques, tantôt en masses plus ou moins irrégulières, sur lesquels M. Unger a fait de très belles observations et qui n'ont pas non plus de rapports directs avec les feuilles. Sans doute on pourrait trouver encore plusieurs analogies entre l'organisation de la tige des *Dracæna* et celle des tiges de plusieurs Lianes des tropiques; mais comme je n'ai pas eu occasion de suivre moi-même le développement de ces dernières, je ne m'occuperai pas de ce point. On sait que ces faisceaux extérieurs des *Dracæna* ne renferment pas de vaisseaux et que les organes élémentaires qui les composent correspondent à ceux qui forment les faisceaux libériens des Monocotylédons. On pourrait dès lors mettre en question s'ils doivent être comparés aux faisceaux vasculaires en général; mais cette objection paraîtra moins forte si l'on songe que la même particularité anatomique se rencontre souvent à l'extrémité inférieure de tous les faisceaux vasculaires des Monocotylédons. C'est là précisément une des raisons qui m'avaient fait considérer ces faisceaux vasculaires comme les prolongements vers le bas de ceux qui, plus haut, sortent de la tige pour se rendre aux feuilles.

M. Schacht a cherché à étendre la doctrine de la zone du cambium et de la production du bois par cette zone, et (tandis qu'il adopte en général les opinions de M. Karsten) il a posé une série de lois spéciales d'après lesquelles se ferait le développement des différentes parties de la tige. On va voir si sa tentative a été heureuse.

La plus générale de ces lois (1) est que les faisceaux vasculaires prennent naissance dans le parenchyme primitif de la couche génératrice et qu'ils ne se multiplient que d'eux-mêmes en se ramifiant, mais que dans la plante il ne peut se produire de nouveaux faisceaux indépendants.

Exprimée avec cette généralité, cette loi est entièrement fausse. On peut l'admettre pour les faisceaux vasculaires, appartenant à un axe, qui proviennent du développement d'une zone de cambium commune et continue ; en effet, il ne reste sans doute plus personne qui doute de la fausseté de la théorie de Dupetit-Thouars et de ses continuateurs, d'après laquelle les faisceaux vasculaires prendraient origine dans les feuilles et descendraient ensuite à travers la tige jusqu'au bout des racines, et qui n'admette que les faisceaux, qui de la tige passent aux feuilles, se développent du bas vers le haut. Mais une autre question, et celle-ci me semble ne pouvoir être résolue nettement à l'aide des recherches qui ont été faites jusqu'à ce jour, consiste à savoir si dans toutes les plantes les faisceaux primaires situés à la périphérie de la moelle sont reliés entre eux, ou s'il n'existe pas de plantes dans lesquelles les faisceaux jeunes, qui se portent aux feuilles placées plus haut, sont situés entre les faisceaux plus âgés sans se souder avec eux, et si l'union réciproque de ces faisceaux entre eux n'est pas produite uniquement par les couches ligneuses développées plus tard. Mais nous ferons abstraction de ce point.

D'un autre côté, il n'est nullement douteux que les racines des tiges de Monocotylédons n'aient leurs faisceaux vasculaires particuliers, qui ne se rattachent que secondairement à ceux de la tige, et qui (du moins dans beaucoup de cas) ne peuvent provenir de la même couche de cambium que ces derniers. Les Palmiers et les Pandanées sont les végétaux les plus avantageux pour l'étude de ces détails. Pour les Palmiers, mes recherches, comme celles de Mirbel et de M. Karsten, ont montré que les racines naissent sous l'écorce, dans une couche à travers laquelle s'étendent les faisceaux fibreux extérieurs, par conséquent dans une couche où il n'existe

(1) *Pflanzenzelle*, p. 255.

plus de zone périphérique de cambium lorsque la tige est formée. Ici un noyau particulier de nouveau tissu cambial se forme localement pour chaque racine, grâce à une transformation de cellules parenchymateuses formées depuis longtemps; dans ce noyau se produisent des faisceaux vasculaires qui, d'un côté, s'allongent avec la racine et en constituent le bois très différent, comme on le sait, des faisceaux vasculaires de la tige, qui, de l'autre côté, éparpillent leur extrémité postérieure en forme de pinceau, pénètrent à un pouce de profondeur dans le parenchyme de la tige, serpentent entre les faisceaux de celle-ci et s'appliquent contre eux par leurs extrémités. Naturellement on ne peut penser que ces faisceaux vasculaires s'allongent dans le tissu cellulaire de la tige comme les racines d'une plante le font dans le sol; ils ne peuvent devoir leur élongation qu'au changement de quelques portions du parenchyme caulinaire en tissu cambial et au développement de celui-ci en faisceaux vasculaires. Mais ils constituent une production certainement nouvelle et non une continuation ni une ramification des faisceaux vasculaires de la tige.

Les ramifications des racines des Monocotylédons sont, relativement aux racines elles-mêmes, comme celles-ci par rapport à la tige; en effet, elles se forment à l'extérieur d'un cylindre de cambium qui n'est plus susceptible de développement et elles s'insinuent en arrière par leurs divisions entre les faisceaux vasculaires de la racine. A la vérité, M. Schacht nie (1) que la racine des Monocotylédons puisse encore donner des ramifications lorsque son cylindre de cambium se lignifie de bonne heure; mais son assertion n'est pas exacte, et il aurait dû faire attention à ce que dit à ce sujet (p. 56) M. Karsten, qui a, sous ce rapport, une bien autre expérience. La production des grosses racines adventives des Pandanées a lieu de la même manière que pour les Palmiers, et M. Schacht a tort d'attribuer à ces végétaux une couche de cambium en développement continu comme celle des *Dracœna*.

L'état des choses est moins facile à reconnaître (particulière-

(1) *Pflanzenzelle*, p. 101.

ment pour les Dicotylédons, à cause de la présence d'une couche de cambium en activité sur laquelle naissent les racines adventives) dans les racines des Monocotylédons herbacés, ainsi que dans les ramifications des racines et dans les racines adventives des Dicotylédons. Ici les premiers vaisseaux qui appartiennent à la racine sont en chapelet et s'appliquent contre les faces latérales des faisceaux vasculaires sous-jacents; mais M. Trécul (1) a raison de voir la preuve que les racines adventives possèdent leurs vaisseaux à elles propres dans ce fait que ces vaisseaux ne sont pas la continuation de ceux de la tige ou des racines d'où sort la nouvelle racine.

On peut prouver également que les bourgeons adventifs possèdent leur système particulier de faisceaux vasculaires. Sans doute la preuve n'est pas frappante dans les cas ordinaires où les bourgeons adventifs se développent dans la couche de cambium des Dicotylédons; aussi ne m'arrêterai-je pas sur ce sujet qui a été bien étudié par M. Trécul (2). On ne peut obtenir à cet égard une preuve complète que par l'examen de ces bourgeons adventifs qui apparaissent dans le tissu cellulaire bien développé, sur un point éloigné de la couche du cambium de la plante mère, cas dans lequel on ne peut avoir le moindre doute relativement à l'origine des faisceaux vasculaires. M. Trécul a observé un cas pareil sur des tronçons de racine d'*Ailantus*, dans l'écorce desquels il s'était formé des bourgeons adventifs en dehors du liber (3). Ceux-ci étaient rattachés à la zone de cambium de la tige par des vaisseaux qui paraissaient être plus jeunes que ceux que renfermait le bourgeon. A la vérité, cette observation ne comprenant pas les premières phases du développement, on ne peut la regarder comme tout à fait démonstrative; elle ne donne qu'une vraisemblance et non une entière certitude quant au développement indépendant des faisceaux vasculaires dans le bourgeon; mais pour ce qui tient aux bourgeons adventifs du *Begonia phyllomaniaca*, il est hors de doute qu'ils développent leurs faisceaux vascu-

(1) *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. VIII, p. 290.
(2) *Ann. des sc. nat.*, 1847, t. VIII; 1854, t. I.
(3) *Ann. des sc. nat.*, 1847, t. VIII, p. 280.

laires sans la moindre dépendance de la couche de cambium de la tige. En effet, ces bourgeons prennent naissance dans la couche corticale la plus extérieure, et ils sont séparés de la zone du cambium par tout le tissu cellulaire cortical, qui n'a pas subi la plus légère modification après qu'eux-mêmes ont déjà développé des vaisseaux spiraux remplis d'air dans leur axe et dans leurs petites feuilles.

De là le principe que les faisceaux vasculaires ne peuvent provenir que de ramifications d'autres faisceaux vasculaires est entièrement faux.

Un second principe posé par M. Schacht, est que les seuls faisceaux vasculaires qui puissent gagner en épaisseur dans le sens du rayon sont ceux dont le cambium coïncide avec la couche générale de cambium de la tige. De là ce botaniste donne à cette dernière couche le nom de *zone d'épaississement* (*Verdickungsring*), et il rattache l'inaptitude des Monocotylédons à augmenter d'épaisseur à cette circonstance qu'il n'existe pas chez eux une telle coïncidence.

Je suis forcé de déclarer que ce principe est également faux. J'ai dit plus haut que, dans les tiges des *Cucurbita*, *Cucumis*, etc., et des *Basella*, les faisceaux vasculaires se trouvent dans l'intérieur du tissu médullaire. Dans ces tiges jeunes on ne voit pas le moindre indice d'un cercle de cambium venant les rattacher les uns aux autres. Mais cela n'empêche pas ces faisceaux de croître fortement en épaisseur, comme ceux des autres Dicotylédons. De là le tissu cellulaire interposé aux faisceaux et comparable aux rayons médullaires serait nécessairement déchiré si, à la suite de cet accroissement en épaisseur des faisceaux, une division des cellules parenchymateuses de la moelle ne donnait entre ces faisceaux une couche secondaire de cambium, grâce à la présence de laquelle les rayons médullaires peuvent s'allonger vers l'extérieur. Dans ce cas, il est tout à fait évident que les faisceaux vasculaires ne gagnent pas en épaisseur parce qu'ils sont situés dans une couche de cambium, mais que, au contraire, une couche de ce genre se forme parce que les faisceaux vasculaires épaississent.

Un cambium secondaire peut se produire non-seulement en

couche parallèle à la surface de la tige, mais encore dans une direction perpendiculaire à toute l'épaisseur de la tige ; ce cambium peut donner lieu à la production de faisceaux vasculaires qui se joignent ensuite à ceux qui ont dû leur origine à la couche de cambium du bourgeon. C'est ce qui arrive dans les nœuds que traverse un lacis de faisceaux vasculaires, tant des Monocotylédons, par exemple des Graminées, que des Dicotylédons, par exemple des *Ricinus*. La coupe longitudinale du bourgeon terminal de ces plantes montre que la formation de ces nœuds a lieu à une époque relativement tardive, puisqu'on n'en voit pas le moindre indice dans le tissu cellulaire intérieur du bourgeon terminal dont le tissu médullaire jeune constitue un parenchyme entièrement uniforme. C'est seulement plus tard que ce tissu se divise en couches transversales qui le plus souvent sont concaves en dessous et qui paraissent alternativement claires et foncées à cause de l'inégalité du développement des méats intercellulaires remplis d'air. Parmi ces couches, l'une correspondant au futur nœud, la suivante répond à l'entre-nœud. A cette époque, les faisceaux vasculaires de la tige sont ébauchés dans la couche du cambium et le tissu cellulaire de la moelle a perdu la transparence du cambium, à cause de ses méats intercellulaires. C'est seulement alors qu'il se forme dans les couches correspondantes aux nœuds un cambium secondaire qui leur rend la transparence du tissu cambial, et dans lequel se développent les faisceaux vasculaires sinueux qui s'enchevêtrent avec ceux de la tige.

Un troisième principe posé par M. Schacht est qu'il ne se forme pas de nouveaux faisceaux dans la zone du cambium des Dicotylédons, qui ne peut donner naissance qu'à des cellules parenchymateuses, tandis que la production des cellules ligneuses, libériennes et des vaisseaux, est due seulement au cambium des faisceaux ligneux (p. 251). Ce principe, basé par M. Schacht principalement sur l'examen de la tige de l'*Urtica dioica*, n'est pas plus admissible que les précédents. Déjà l'organisation ordinaire du bois de nos arbres dépose contre lui. On sait que dans leurs jeunes pousses les rayons médullaires s'étendent longitudinalement entre les faisceaux dans tout l'entre-nœud, tandis que les faisceaux des couches

ligneuses qui se forment plus tard se rattachant entre eux par des ramifications latérales, composent un réseau dont les mailles sont remplies par les rayons médullaires. Ces ramifications des faisceaux vasculaires qui traversent les rayons médullaires primitifs ne peuvent être dues qu'à ce qu'une portion des cellules de ces rayons deviennent des cellules ligneuses, et des vaisseaux et se transforment en faisceaux ligneux qui, se joignant au produit de la couche de cambium située dans les faisceaux vasculaires, forment les couches ligneuses secondaires continues. Mais il y a des exemples encore plus décisifs. Je ne veux pas m'en rapporter aux observations faites par d'autres sur des lianes tropicales, puisque je ne les puis contrôler, et, dans le nombre, je n'en rappellerai qu'une faite par M. Karsten sur le *Banisteria nigrescens* (p. 140), parce qu'elle me semble particulièrement démonstrative. Cet observateur a reconnu que, dans cette espèce, les portions ligneuses fortement saillantes à la circonférence du bois ne proviennent pas du développement des faisceaux primaires, mais consistent en faisceaux ligneux qui se sont formés sur des rayons médullaires. Nous pouvons aussi nous convaincre, en observant des plantes qui vivent dans nos contrées, que les rayons médullaires ont la faculté de produire des faisceaux ligneux. Cette particularité se présente dans des espèces chez lesquelles les faisceaux vasculaires situés dans le cylindre du cambium sont séparés les uns des autres par de larges rayons médullaires. Si l'on suit, par exemple, le développement de la tige d'un *Impatiens*, on voit que les cellules des rayons médullaires qui sont provenues du développement de la zone de cambium se changent de plus en plus en cellules prosenchymateuses, qu'entre elles apparaissent des groupes de vaisseaux (cependant sans vaisseaux spiraux), et que de là résulte la formation de nouveaux faisceaux vasculaires. C'est de la même manière que M. Hartig a vu (1) se développer des faisceaux vasculaires dans la couche de cambium secondaire décrite plus haut, qui se forme dans la moelle des *Cucurbita*.

(1) *Botan. Zeitung*, 1854, 31.

SUR LA

GERMINATION DES LYCOPODES,

Par M. le Dr Antoine de BARY (1),

Professeur de botanique à l'Université de Fribourg en Brisgau.

L'insuccès complet des essais tentés jusqu'ici pour obtenir la germination des vraies Lycopodiacées, telles que les *Lycopodium*, *Psilotum* et *Tmesipteris*, laisse une lacune importante et très regrettable dans l'histoire du développement des Cryptogames vasculaires, histoire d'ailleurs si bien connue déjà, grâce surtout aux heureuses observations de M. W. Hofmeister.

Par leur manière de croître, leur organisation générale, et spécialement par la position et le développement de leurs sporanges, les *Lycopodium* proprement dits s'unissent si étroitement aux *Selaginella*, qu'ils ont été pendant longtemps confondus avec eux sous la même dénomination générique. D'un autre côté, cependant, les vraies Lycopodiacées ressemblent aux Fougères et aux Équisétacées en ce que, comme ces végétaux, elles ne possèdent qu'une sorte de corps reproducteurs. Or, comme la spore des Fougères et celle des Équisétacées donnent lieu, l'une et l'autre à un prothallium pourvu d'organes sexuels, ces deux familles de cryptogames constituent une classe naturelle particulière, celle des Ptérides de M. Grisebach, tandis que les *Selaginella*, offrant à la fois deux genres de spores sur des individus adultes, se rangent plutôt dans cette autre classe de cryptogames vasculaires auxquels le même M. Grisebach a donné l'épithète commune d'Hydroptérides (2). On sait qu'à ce dernier groupe appartiennent les Rhizo-

(1) Extrait du n° 28 (pp. 467-472, pl. XI, mars 1858) des *Bulletins de la Société d'histoire naturelle de Fribourg en Brisgau*.

(2) Voy. Griseb., *Syst. bot.*, p. 170.

CARPÉES de M. Mettenius (1) et le genre *Isoetes* qui, joint aux *Selaginella*, forme la famille des ISOÉTÉES (désignation peut-être préférable à celle de SÉLAGINELLÉES adoptée par M. Mettenius). Ainsi dans l'ignorance où nous sommes de leur mode de germination, les LYCOPODIACÉES occupent une place incertaine entre deux classes parfaitement définies de végétaux cryptogames ; et suivant qu'une importance prédominante sera attribuée au développement des organes de la végétation, ou à celui des corps reproducteurs, elles devront constituer une famille unique, comprenant à la fois les *Selaginella* et les vraies Lycopodiacées, ou être partagées en deux familles distinctes, dont l'une, exclusive des *Selaginella*, appartiendrait à la classe des PTÉRIDES. La convenance de cette division a pour elle le sentiment formellement exprimé de MM. Hofmeister, Mettenius et autres observateurs ; dans l'opinion contraire, il faudrait admettre, avec M. Spring, que la capacité d'engendrer des macrospores est extrêmement oblitérée chez les LYCOPODIACÉES, dans la période actuelle de la vie végétale.

De ce que les spores des Ophioglosses, celles des *Equisetum* et de beaucoup d'autres Cryptogames inférieures si souvent semées inutilement, avaient enfin, sous l'influence de circonstances favorables, manifesté leur faculté germinative et dévoilé leur végétation, j'avais conclu qu'un pareil résultat devrait être espéré pour les Lycopodes. Fort de cette conviction, j'ai institué dans le cours de l'année dernière, aussi souvent que l'occasion s'en offrit, diverses expériences sur la germination de nos Lycopodiacées indigènes, et, dans mes herborisations, je cherchai à surprendre quelqu'une de leurs spores au début de sa végétation. Mes essais et mes recherches sont à peu près demeurés sans résultat ; cependant je suis parvenu à observer les premiers phénomènes de la germination du *Lycopodium inundatum*.

Au mois de septembre 1855, des spores de ce Lycopode, mûres et fraîchement recueillies, furent semées sur le même sol que celui qui avait nourri la plante mère, c'est-à-dire sur un sol gra-

(1) Voy. Mettenius, *Filices horti lips*.

veleux que recouvrait une couche mucilagineuse de plusieurs lignes d'épaisseur, formée par diverses algues, et notamment par le *Palmoglœa chlamydospora* Rabenh. (*Alg. exs.*, in. 514). Des fragments de ce sol furent disposés dans un vase plat, et entretenus dans un état suffisant d'humidité soit dans ma chambre, soit pendant l'hiver, dans l'orangerie du Jardin botanique de Fribourg; les spores furent répandues à la surface de la couche muqueuse du *Palmoglœa*, et les unes restèrent à découvert pendant que d'autres étaient protégées par de petites cloches de verre.

La majeure partie de ces spores n'éprouva pas le moindre changement d'état. Cependant, dès le neuvième jour après leur semis, je découvris parmi elles un *prothallium* formé de sept cellules. Quelques-unes, pendant l'hiver, s'altérèrent et périrent. En mars 1856, je me procurai de nouveaux fragments du sol natal du même Lycopode; d'abondantes spores s'y étaient disséminées naturellement et, vers la fin de mai, je pus observer au moins vingt-cinq d'entre elles en des états plus ou moins avancés de germination.

De même qu'il arrive chez les Cryptogames analogues à celles doit il s'agit ici, la cellule interne de la spore tétraédrique du *Lycopodium inundatum* grandit et s'allonge au moment de la germination, prend la forme d'une vésicule à peu près arrondie, et saillit hors de l'*exosporium* qui se rompt et s'ouvre largement en trois lobes.

Plus tard, cette vésicule se partage, au moyen d'une cloison plane, en deux cellules secondaires hémisphériques : l'une de celles-ci, l'inférieure (*Basilarzelle*, *b*) reste indivise, grossit à peine et demeure entourée des restes de l'*exosporium;* la cellule supérieure (*Scheitelzelle, s*), au contraire, par son développement et sa division successive en plusieurs utricules, détermine l'accroissement ultérieur de la plantule.

Cette même cellule supérieure développe en effet dans son sein et à plusieurs reprises des cloisons alternatives, inclinées de chaque côté et se coupant réciproquement sous des angles très ouverts; par ce moyen elle donne itérativement naissance à une cellule terminale de second ordre et à un utricule moyen, disci-

forme, semi-circulaire, et rétréci vers le milieu du corps cellulaire pris dans son ensemble.

Chacun de ces articles médians montre bientôt lui-même une cloison parallèle à sa surface extérieure qui la divise en deux cellules inégales, l'une axile, petite et cunéiforme, l'autre périphérique, grande et semi-annulaire.

De ces divisions et multiplications cellulaires résulte, en définitive, un corps ovale composé d'une série d'utricules centrale, courte, irrégulière, entourée latéralement de deux cellules périphériques, et recouverte avec celle-ci à la base et au sommet par une cellule terminale.

Quand le germe n'est encore que bicellulaire (et je ne l'ai vu qu'une fois en cet état), il ne renferme guère, comme la spore elle-même, que de grosses gouttes oléagineuses, incolores. Plus tard celles-ci disparaissent. Les cellules périphériques se remplissent en grande partie d'un liquide limpide, cependant on y voit quelques grains très fins de chlorophylle appliqués à la paroi de l'utricule primordial. Les cellules centrales ou axiles sont au contraire abondamment pourvues d'un *plasma* grenu, trouble, souvent tout à fait opaque et qui contient parfois de la chlorophylle, mais qui peut facilement être incolore. Toutes les cellules possèdent en général un gros *nucleus* arrondi.

Les plantules (*Keime*) les plus développées que j'aie vues présentaient, indépendamment des deux cellules extrêmes, quatre cellules axiles et quatre ou cinq cellules latérales ou périphériques, soit, en somme, onze cellules au plus. Les germes formés de sept ou huit utricules seulement étaient plus nombreux.

Tous mes efforts pour découvrir des plantules plus avancées dans leur développement sont demeurés sans résultat. Celles dont je viens de parler périrent toutes sans s'accroître davantage. Je n'ai malheureusement pu visiter qu'en automne et au premier printemps le lieu qu'habitait mon *Lycopodium inundatum*, et je n'y ai plus jamais rencontré la moindre trace de spores en germination.

Quoi qu'il en soit de l'insuffisance de mes observations, la faculté germinative des spores des *Lycopodium* est désormais

démontrée ; seulement il ne nous est pas encore donné de pouvoir dire avec certitude en quelle manière leur *prothallium* achève de s'accroître.

D'après ce qu'on sait du développement initial du *prothallium* des Fougères et des Équisétacées, cet organe, chez les Lycopodiacées, aurait un mode d'accroissement très différent. Il imiterait au contraire très manifestement la forme primitive de l'archégone des Fougères (voy. Hofmeister, *Vergl. Unters.*, p. 80, pl. 17); tellement même qu'au premier abord on le prendrait volontiers pour un archégone imparfait, supporté par une seule cellule basilaire.

Si l'on admet que les corps que j'ai observés sont le fruit d'une végétation normale (ce qui est bien vraisemblable, eu égard à leur commune similitude) il y a lieu de se demander s'il faut voir en chacun d'eux un *prothallium* rudimentaire analogue peut-être par sa forme et sa structure à celui des Ophioglosses (dont les premiers commencements sont encore inconnus) et destiné à porter plus tard des organes sexuels, ou bien plutôt un jeune archégone à cellule basilaire unique, et que devront sans doute ultérieurement féconder des spermatozoïdes issus, comme ceux des Hydroptoides, de spores spéciales, quoique semblables à celles dont les archégones sont provenus. De ces deux analogies, la seconde me semble à la vérité la moins vraisemblable, mais il y a tant de rapports d'organisation entre les vrais Lycopodes et les *Selaginella*, qu'elle mérite d'être prise en considération, et qu'un jour, peut-être, preuve sera fournie de son exactitude. Les premiers résultats positifs qu'il m'est permis de communiquer aujourd'hui montrent d'ailleurs suffisamment qu'une étude attentive et plus longtemps continuée du sujet ne saurait demeurer sans résultat.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 4.

Les figures sont dessinées grandies environ 375 fois. La lettre *s* désigne la cellule terminale (*Scheitelzelle*); la lettre *b* la cellule basilaire (*Basilarzelle*).

Fig. 1. Germe (*Keim*) ou jeune plante dont la base est encore plongée dans l'*exosporium* ou tégument externe de la spore; on ne pouvait distinguer si la cellule *g* y était ou non déjà partagée en cellule axile et cellule périphérique, et conséquemment si le germe renfermait sept ou huit utricules.

Fig. 2. Autre plantule de huit cellules. Les contours intérieurs des cellules axiles n'ont pas été indiqués.

Fig. 3. Germe de neuf cellules toutes très distinctes: les débris de l'*exosporium* ont été écartés à dessein.

Fig. 4. Autre germe composé de dix ou onze cellules; les contours intérieurs de la série axile n'étaient pas assez distincts pour être dessinés. La cellule basilaire offre inférieurement une protubérance que j'ai observée plusieurs fois.

Fig. 5. Surface de la même plantule vue par le côté qu'indique la lettre *a* dans la figure précédente.

CHOIX DE PLANTES

DE

LA NOUVELLE-GRENADE,

Par M. Joseph TRIANA.

COMPOSITÆ Vaillant.

Cheilodiscus †.

Capitulum pluriflorum heterogamum radiatum, radio femineo, disco masculino. Involucrum cylindraceum, squamis biseriatis æqualibus adpressis oblongo-lanceolatis acutis membranaceis. *Receptaculum* planiusculum nudum. *Corollæ* radii ligulati, ligulæ angustæ integræ vel obsolete tridentatæ, eæ disci glabræ bilabiatæ, labiis æquilongis; labio harum exteriore latiore oblongo, apice quadridentato, interiore angustiore linearii apice integro. *Stamina* florum disci filamentis glabris, articulo terminali glanduloso distincto, antheris brevissime caudatis, alis brevibus. *Stylus* exsertus, extus hispidulus, apice brevissime vel vix bifidus, basi fusiformi-incrassatus. *Achænia* inferne attenuata, costata, glabra. *Pappus* coroniformis quinquedentatus, dentibus acutis persistentibus.

Cheilodiscus littoralis †. — Herba perennis, repens, in arenosis littoris maris Pacifici crescens, ramosa; caulibus prostratis, ramis radicantibus; foliis approximatis, decussatim oppositis, sessilibus, basi connatis, glabris, chartaceis, lineari-lanceolatis linearibusve, mucronulatis, margine et præsertim basi remote setoso-pilosis; capitulis solitariis, pedunculatis, pedunculis axillaribus folio subæqualibus bracteatis, bracteis 3-4 subulatis adpressis.

Viget loco dicto *Amarales* in provincia Buenaventuræ. Vivam legi anno 1853. Florebat maio.

Etymologia : χειλη, labium ; δισχος, discus.

Cheilodiscus inter Flaverias cum genere *Aphanacti* analogo locum habeat systematicum.

Le *Cheilodiscus littoralis*, tant par son aspect que par ses caractères essentiels, a beaucoup de rapport avec l'*Aphanactis Jamesoniana*, décrit tout récemment par M. Weddell dans son *Chloris Andina*. Ces plantes ont toutes les deux des tiges herbacées, couchées, revêtues de petites feuilles rapprochées et opposées en croix, et portent des fleurs solitaires plus ou moins pédonculées. Elles se ressemblent également par la forme de l'involucre et l'absence de paillettes sur le réceptacle ; par les demi-fleurons disposés en une seule série autour des fleurons du disque ; par la structure de leurs anthères, leurs styles peu profondément divisés au sommet, leurs stigmates arrondis et tronqués, et enfin par leurs akènes allongés et sans aigrettes.

Le genre *Aphanactis* ayant été placé, par l'auteur de la *Flore alpine des Andes*, dans la sous-tribu des Flavériées, la place du *Cheilodiscus* est clairement indiquée, et l'on ne doit pas hésiter à le mettre immédiatement près de l'*Aphanactis* dans la même tribu.

Cette tribu, ainsi augmentée de deux genres qui ont des fleurons nombreux dans leurs capitules et un réceptacle sans paillettes, est voisine de celle des *Tagétinées* ; nous pouvons donc considérer le *Cheilodiscus* comme offrant dans son aigrette rudimentaire le passage d'une tribu à l'autre.

L'*Aphanactis* et le *Cheilodiscus* présentent cette singularité, qu'étant très analogues, ils se montrent sur les limites de la zone tropicale de la végétation américaine ; mais tandis que la première de ces plantes s'élève sur les flancs du Pichincha, à la hauteur de 4000 mètres, comme si elle voulait atteindre le point où les neiges perpétuelles mettent un terme à la vie végétale, la seconde descend dans la région chaude jusqu'aux sables baignés par les flots de l'océan Pacifique.

Llerasia †.

Capitulum quinqueflorum homogamum. *Involucri* arcte imbricati cylindracei foliola scariosa, interiora longiora. *Receptaculum* minimum nudum. *Corollæ* tubulosæ regulares, limbi quinquefidi lobis acuminatis tubo brevioribus. *Antheræ* ecaudatæ ; alis linearibus acutis, filamentorum articulo terminali vix distincto.

Stylus disco epigyno insidens. *Stigmata* lineari-lanceolata, acuta, extus hispida. *Achænia* brevia, angulata, dense papillosa. *Pappus* pluriserialis, setis rigidulis scabriusculis inæqualibus constans.

Arbor in regionibus subalpinis Andium Novo-Granatensium indigena; foliis alternis, petiolutis, integris vel ad apicem denticulatis, subtus, ut ipsi ramuli pedunculique, tomentosis; capitulis confertis, in corymbos axillares terminalesque dispositis, pedicellatis, pedicellis bracteatis.

Llerasia ad SOLIDAGINEAS et proxime ad genus earum *Pteroniam* accedit. Differt genus *Llerasia* a *Solidagine* capitulis homogamis quinquefloris, pappo pluriseriali et demum statura arborea. Notanda adhuc inflorescentia corymbosa et habitatio in regione subalpina Andium.

Etymologia : Nomen generis novi notis ita plurimis a *Solidagine* dignoti memoriæ dicatum est meritissimi *Lleras*, promotori eminenti studiorum scientiarum in Republica Novo-Granatensi.

Llerasia Lindenii †. — *Solidago Lindenii* Schultz (Bip.) in Mus. Paris.

Arborea, 8-10-pedalis, ramosa; ramis flexuosis cylindraceis, superne pedunculisque dense breviterque tomentosis; foliis alternis, breviter petiolatis, lanceolatis, acuminatis, basi attenuatis, supra glabris nitidis, subtus tomento denso canescente vel subferrugineo tectis, reticulato-venosis (nervo medio primariisque prominentibus), margine summo revolutis vel subrevolutis et sæpe apice dentibus paucis munitis, at plerumque omnino integris; petiolis supra canaliculatis; inflorescentia e corymbis pluribus axillaribus longiuscule pedunculatis in corymbum majusculum terminalem aggregatis constante, capitulis confertis, breviter pedicellatis, pedicellis bracteatis tomento albicantibus.

Crescit in montibus Quindiu (*El Gallego*, altit. 2800 metr.) prope *Pisatumba*, provinciæ *Popayan* (altit. 2800 metr.) et in vicinitate urbis *Bogota* (altit. circa 3000 metrorum).

OYEDÆA DC. (Endl., *Gen.*, n° 2532).

Oyedæa helianthoides †. — Frutex ramosus; ramis oppositis, (ad nodos præsertim) adpresse hirtis. Folia integra v. denticulata,

supra pilis minutis basi induratis scabra, juniora sparse villosa, subtus molliter villosa. Capitula pedunculata, subcorymbosa; pedunculis terminalibus v. axillaribus. Involucri squamæ imbricatæ, inferiores appendice foliacea ovata extus pilosiuscula stipatæ, interiores membranaceæ ciliatæ demumque irregulariter dentatæ. Achænia disci obovata, grisea, punctis nigris inspersa, anguste alata, apice puberula; pappus achænio brevior, setis inæqualibus (lateralibus longioribus) rigidulis, scabris, facile deciduis.

Crescit altitudine 1200 metr., in locis calidioribus Novæ Granatæ, prope *Fusagasuga*. Hæc planta nominata est *Helianthus scaber* Willd. (mscr.) in Herb. Mus. Par., ex specimine lecto prope *Ibague* in prov. Mariquita a clar. Bonpland.

Formam verisimiliter huic speciei subjungendam, foliis subtus ramis petiolisque villoso-tomentosis ferrugineis, involucri squamis apice rotundatis instructam, legi prope *Ortega* prov. Pastoensis, alt. 1200 metr. Dicitur ab incolis « *Mariposo.* »

Oyedæa Cuerviana (1). Caule fruticoso, ramoso; ramis adpresse villoso-canescentibus; foliis ovato-lanceolatis, acutis, triplinerviis, remote et minute serrulatis, margine revoluto, supra scabro-hirtellis, subtus villosis, in petiolum attenuatis, petiolis supra pubescentibus; capitulis corymbosis pedunculatis, pedunculis longiusculis nudis v. sæpius foliosis, involucri squamis extus pilosis, exterioribus foliaceis lineari-lanceolatis acutis integris, interioribus submembranaceis obtusis ciliatis, ligulis linearibus; achæniis disci alatis, nigro-punctulatis.

Crescit inter *Ubala* et *Gachala* locis temperatis, in provincia Bogota, altitudine 1500 metr.

SIMSIA Pers. (Endl., *Gen.*, n° 2533).

Characteribus hujus generis systematicis addatur: achænia non, ut indicant autores, esse exalata, sed contra in omnibus speciebus, quantum vidi, plerumque distincte *alata*, scilicet margine compressa.

Inde differentia a genere *Ximenesia* non hac nota, sed ligulis neutris solum quærenda (quum in *Ximenesia* sunt femineæ).

(1) Memoriæ reverendi Romualdo Cuervo datum est nomen hujus speciei.

Simsia pubescens †.—Suffrutex erectus; ramis gracilibus, multi-angulatis, minute puberulo-hirtis; foliis inferioribus oppositis, superioribus alternis ovato-lanceolatis acutis dentato-serratis, supra pubescentibus, subtus dense pubescenti-canescentibus, deorsum subabrupte in petiolum longum attenuatis, petiolo basi auriculato-amplexicauli; involucri squamis striatis, dorso tenuiter pubescentibus, exterioribus ovatis, interioribus oblongo-lanceolatis, utrisque acutis; capitulis pedunculatis, laxe corymbosis; achæniis atris, alatis, oblongis, undique decumbenti-pilosulis.

Crescit altitudine 1400 metr. inter *Tena* et *El Colegio*, in devexis occidentalibus Andium Bogotensium.

Simsia Pastoensis. —Suffrutex, ramis teretibus sparse molliter pilosis et inter pilos puberulo-glandulosis asperulis; foliis summis alternis et subbracteiformibus, inferioribus oppositis breviter petiolatis ovatis acutis serratis, supra sparse decumbenti-pilosis et glanduloso-scabris, subtus secus nervos pilosis, inter nervos sparse pubescentibus, petiolo basi auriculato amplexicauli longeque pilis longiusculis villoso; involucri squamis lanceolatis, acutis, extus pilis longiusculis villoso-canescentibus, squamis exterioribus brevioribus; capitulis petiolatis, corymbo laxo subpaniculato; achæniis decumbenti-pilosulis, margine alatis.

Crescit prope *Ortega*, altitudine 1200 metr. in prov. Pasto.

CHLAMISPERMA Less. (Endl., *Gen.*, n° 2677).

Chlamisperma polygama †.—Herba erecta, gracilis, 1-3-pedalis, in regione calidissima Novæ Granatæ crescens; caule sulcato trifurcato, ramis dichotomis pedunculisque minute puberulis; foliis oppositis petiolatis membranaceis ovato-vel triangulari-lanceolatis subtrilobatis, lobis acutis glabris, intermedio lateralibus multo longiore; capitulis alaribus terminalibusque pedunculatis 7-8-floris, floribus disci aliis hermaphroditis aliis neutris, radii femineis; antheris apice brevissime mucronulatis.

Prope Anapoima in provincia Bogotana, usque ad altitudinem 600 metr. observata.

POLYMNIA Linn. (Endl., *Gen.*, n° 2475).

Polymnia pyramidalis †. — Arbor Novo-Granatensis, 30-40-

pedalis, in regionibus subfrigidis crescens; caule erecto, basi indiviso, subarticulato, intus medulloso, succo resinoso graveolente scatente; ramulis oppositis, angulato-sulcatis, superne junioribus præsertim pedunculisque villoso-tomentosis; foliis oppositis, amplis, ovatis, triplinerviis, acuminatis, margine remote et minutissime denticulatis, basi in petiolum alatum abrupte cuneato-attenuatis, petiolis ima basi connatis, supra pilis minutis sparsis asperulis, subtus pubescentibus pallidioribusque; corymbo composito laxo, convexo; involucri squamis exterioribus ovatis, acuminatis, basi nonnihil connatis, puberulis ciliatisque; corollis radii involucro longioribus, ligula lineari-oblonga apice tridentata, basi tuboque breviter hirsutissimis.

Crescit in provincia Bogota, ad altitudinem 2900 metr., ubi dicitur « *Arboloco.* »

Le ***Polymnia pyramidalis*** est la seule espèce du genre qui soit arborescente. Il se rencontre assez souvent dans la région subalpine des Cordillères, appelée dans la Nouvelle-Grenade *Tierra fria*, terre froide. On le voit le long des chemins, poussant çà et là entre les Cerisiers (*Cerasus amygdalifolia*), les Saules (*Salix Humboldtiana*) et autres arbres de même tempérament. Les laboureurs indigènes en entourent quelquefois leurs cabanes pour s'abriter du vent. Il sert en même temps d'ornement par sa taille svelte et sa tête pyramidale garnie presque constamment de grandes fleurs jaunes.

Les autres espèces de ***Polymnia*** qui croissent dans la Nouvelle-Grenade prospèrent en général dans les endroits humides. La plus remarquable est le ***P. edulis*** Weddell, espèce qui a été récemment publiée dans ce recueil (voyez t. VII, 4ᵉ série). Ses racines, charnues et arrondies, sont employées comme médicament dans le pays sous les noms de *escorzonera Jiquimilla*. M. Weddell nous apprend un autre usage intéressant de ces mêmes racines au Pérou, celui de substance alimentaire. Nous croyons qu'à Tuquerres on mange aussi les racines de cette plante ou d'une autre espèce de ***Polymnia***. Sur le même plateau élevé de Tuquerres croît le ***P. frutescens*** Benth., plante résineuse propre à la région équinoxiale, à ce qu'il paraît. Enfin le ***P. riparia*** H.B.K. habite les pays chauds et tempérés de la vallée de la rivière de la Madeleine.

SOLANEÆ Juss.

SARCOPHYSA.

SARCOPHYSA Miers, *Ann. and Mag. of nat. Hist.*, IV, 190. — JUANULLOÆ spec Dunal, in DC., *Prodr.*, XIII, 534.

CALYX ellipsoideus, infra crassus, supra medium membranaceus, primitus indivisus, succoque albumineo plenus, sub anthesi corolla perforatur et 3-4-5-dentatus evadit, dentibus triangularibus acutis; connubiis peractis irregulariter laceratur. *Corolla* subcarnosa, tubulosa, calyce triplo longior, in tubo plus minus inflatur, in fauce autem subcoarctatur; limbus patens, breviter quinquelobus, lobis initio æstivatione imbricatis, tandem subreflexis. *Stamina* quinque, faucem æquantia, basi corollæ inserta, erecta; filamenta subulata, æquilonga, basi bituberculata, tuberculis villosis; antheræ biloculares, lineari-oblongæ, erectæ, connectivo lineari dorsali adnatæ, basi discretæ, longitudinaliter dehiscentes. *Ovarium* conicum, annulo discoideo basi cinctum, incomplete 4-loculare, dissepimento altero supra medium deficiente, altero integro, prope angulum parietatem utrinque placentifero; placentis porrectis multiovulatis; stylus filiformis, longitudine staminum; stigma incrassatum, obsolete bilobum, lobis intus glandulosis. *Bacca* ellipsoidea, styli basi persistente apiculata, exsucca, calyce vix aucto irregulariter fisso involuta, imperfecte quadrilocularis. *Semina* plurima, reniformia, testa crustacea lævi fusca. *Embryo* arcuatus, albumen parcum carnosum peripherice cingens (in albumine immersus, dorso liber); cotyledonibus compressis, radicula tereti umbilicum attingente.

Sarcophysa speciosa Miers, *l. c.* — Frutex epiphytus, pseudoparasiticus; caule scandente lignoso; ramis dependentibus puberulis; foliis alternis breviter petiolatis, oblongis vel ovato-oblongis, integerrimis, basi obtusis vel subcordatis, apice angustatis, crasse coriaceis, supra glabris, subtus pilis stellatis; inflorescentia terminali vel axillari pedunculata, cymosa vel cymoso-paniculata, pedunculo longiusculo.

Crescit in monte *Quindiu* prope *la Palmilla* et *la Ceja*, altitudine 2000-3000 metrorum.

M. Miers, dans les *Annals and Magazine of natural History*, IV, 1849, p. 190, décrit, sous le nom de *Sarcophysa*, une plante originaire de la Nouvelle-Grenade, conservée dans l'herbier de sir W. Hooker, et récoltée par MM. Goudot et Purdie. Il fait observer avec raison que, quoiqu'elle se rapproche beaucoup, par son aspect, des *Solandra*, *Juanulloa* et *Marckea*, elle en diffère cependant par son calice charnu tubuleux, renflé vers le milieu de sa longueur, resserré au niveau de la gorge, et se déchirant irrégulièrement par l'accroissement du fruit, au lieu de se diviser en sépales distincts comme dans les genres déjà mentionnés. Cette plante est évidemment celle que nous avons étudiée vivante dans les lieux mêmes où MM. Goudot et Purdie l'ont trouvée, et que nous nous proposions de nommer *Hydrocalyx Quindiuensis*, avant de connaître la description du *Sarcophysa* de M. Miers. L'examen que nous en avons fait nous amène à penser qu'il faudra compléter la description de M. Miers, en y ajoutant l'indication des caractères qui distinguent mieux cette plante des genres voisins, rétablissant ainsi le genre *Sarcophysa*, rapporté parmi les espèces de *Juanulloa*, dans une section nommée *Sarcophysæ* par Dunal dans le *Prodrome* de De Candolle.

Presque jusqu'à son entier développement, le calice reste fermé de toutes parts, sans montrer aucun indice des divisions dont le limbe est plus tard découpé. Il est rempli et comme gonflé par un liquide transparent, probablement sécrété par sa paroi interne. La corolle, se développant en même temps au milieu de ce liquide, finit par se faire jour au dehors en perforant l'extrémité du calice, qu'elle déchire en trois ou cinq lambeaux qui y restent adhérents au niveau du rétrécissement de la gorge observé par M. Miers. Le calice se vide peu à peu, et, après la chute de la corolle, il est successivement rempli par le fruit qu'il entoure toujours. L'ovaire et le fruit ont quatre loges dont deux sont incomplètes, ce qui, mieux que la forme de la corolle, qui était pour M. Miers le caractère essentiel, distingue la plante du genre *Juanulloa*. Il est évident qu'avec cette structure de l'ovaire, la plante ne peut pas être classée dans un genre de la sous-tribu des *Solanées* où l'ovaire n'a que deux loges, et qu'elle doit rentrer dans celle des *Daturées* où ces loges sont au nombre de quatre.

Le genre *Sarcophysa*, compris comme nous l'indiquons, se distingue suffisamment des autres genres de la même tribu.

Ainsi que M. Miers le supposait, la plante est une véritable épiphyte qui grimpe jusqu'au sommet des arbres les plus élevés, dont elle laisse retomber, non sans grâce, des rameaux de fleurs rouges orangées superbes.

Elle a été introduite par nous dans l'établissement d'horticulture de M. Linden, de Bruxelles, qui l'a publiée dans ses derniers catalogues sous le nom d'*Hydrocalyx Quinduensis*.

RUBIACEÆ Juss.

CASSUPA H.B.K. (Endl., *Gen.*, nº 3311).

Cassupa lævis †. — ARBOR 30-40-pedalis, opposite ramosa; ramis superne obtuse tetragono-angulosis, minute adpresseque pallide ferrugineo-tomentosis; foliis magnis, membranaceis, oppositis, petiolatis, obovato-lanceolatis, breviter cuspidato-acuminatis, basi attenuatis, margine integerrimis et subrevolutis, nervis primariis parallelis, apice confluentibus et (æque ac nervus medius) prominentibus, supra viridibus et nitidis, subtus glaucescentibus subtilissimeque tomentoso-pubescentibus, petiolis quam folia quintuplo brevioribus, stipulis petiolaribus geminis lanceolatis longe acuminatis persistentibusque; inflorescentia terminali, paniculata, ramis inferioribus oppositis, floribus in cymis dichotomis sessilibus dispositis, ramis ramulisque bracteatis, bracteis acutis brevibus persistentibus; corollis tubulosis, teretibus, lævibus, extus vix tomentosulis, albis, suaveolentibus; fructu violaceo, ovoideo, magnitudine fere ovi columbini.

Crescit in provincia Bogotana prope *la Mesa*, altitudine 1200 metr., et prope *Villavicencio*, altitudine 500 metr.

Folia in typo longitudinis pedalis et ultra, latitudinis dimidio minoris. Specimina foliis angustioribus subtus nudioribus et non glaucescentibus legi prope *Novita* et *Quibdo*, in provincia Chocoensi, quæ formam peculiarem (var. β. *Chocoensem* dicendam) sistere videntur. Cortice hujus similiter ac *Cinchonæ* incolæ utuntur, tanquam si ejusdem essent generis.

Le *Cassupa lævis* et le *C. verrucosa* ont une grande ressemblance par le port, le beau feuillage, la manière de se ramifier et de terminer leurs rameaux par des riches panicules de fleurs. Dans les deux espèces, les feuilles sont grandes, lisses et luisantes à la face supérieure, glauques ou plus pâles à l'inférieure, à nervation également parallèle et symétrique. Les fleurs, de la même grandeur chez les deux, sont disposées d'une manière analogue, ce nous semble, quoique dans le *C. verrucosa* elles pa-

raissent, selon la figure et la description données dans les *Plantes équinoxiales*, avoir une disposition en grappes, disposition qui ne se trouve pas, que nous sachions, dans les *Rubiacées*. La différence consiste donc dans les corolles blanches, lisses, cylindriques et sans angles à la base dans le *C. lævis*. Les fleurs de celle-ci sont sessiles, sans la bractée adhérente à la base de l'ovaire, signalée dans le *C. verrucosa*; les feuilles sont moins obovées, presque cuspidées, à pétioles plus courts, et accompagnées de deux stipules persistantes, au lieu d'une seule comme dans le *C. verrucosa*.

La variété *Chocoensis* du *C. lævis* a les feuilles moins cuspidées, presque de la même couleur des deux côtés, et parsemées en dessous de petits poils, qui remplacent le tomentum glauque dans les deux autres plantes. Les habitants du Choco se servent de son écorce à la manière de celle des *Cinchona*, prenant cette plante pour une espèce de ce dernier genre.

PHYTOLACCACEÆ R. Brown.

Achatocarpus †.

Flores dioici. *Calyx* utriusque sexus 5-phyllus, sepalis ovatis margine scariosis, æstivatione imbricatis, fructiferis erectis. *Corolla* nulla. Masculi. *Stamina* 10-20, filamentis calyce longioribus capillaribus, ima basi in cupulam membranaceam coalitis, antheris supra basin affixis oblongis longitudinaliter rimis binis dehiscentibus. Vestigium ovarii nullum. Feminei. *Ovarium* uniloculare, uniovulatum; ovulum basi erectum, funiculo tereti longiusculo insidens, campylotropum, micropyle ovarii basin spectante; stylus brevissimus, terminalis, in stigmata duo elongata filiformia recurvata, facie interiore papillosa divisum. *Fructus* baccatus, calyce persistente suffultus, demum exsuccus subglobosus, lateraliter compressiusculus, monospermus. *Semen* erectum, lenticulare, testa crustacea aspera nigra, embryone annulari albumen farinaceum cingente, cotyledonibus linearibus incumbentibus, radicula tereti hilum spectante.

Achatocarpus inter *Rivineas* cum *Rivina* disponendus sit, ni fallor.

Etymologia : αχατος, agathum; καρπος, fructus, ob colorem albidum peculiarem fructuum.

Achatocarpus nigricans †. — *Arbor* 30-pedalis, ramosa; ramis sparsis, elongatis, spinescentibus. *Folia* exstipulata, alterna, integerrima, lanceolata vel lanceolato-ovalia, acuminata, basi in petiolum attenuata, subpergamena, nitida, siccatione nigrescentia. *Flores* parvi, bibracteati, pedicellati, in racemos compositos dispositi, pedunculi pedicellique bracteis mucroniformibus muniti. *Baccæ* albidæ, magnitudine pisi.

Floret augusto.

Crescit in regionibus Novo-Granatensibus calidis, hyeme inundatis, usque ad altitudinem 1000 metrorum.

Tintorera lingua vernacula audit apud Cartagenenses.

Le genre *Achatocarpus* a des fleurs dioïques, dont les étamines sont soudées à la base par leurs filets; des ovaires monocarpellaires, surmontés d'un style divisé en deux longs stigmates; des graines renfermant un embryon circulaire qui entoure un albumen farineux. Par tous ces caractères, l'*Achatocarpus* se rapproche beaucoup des *Chénopodées*, des *Amarantacées* et aussi des *Polygonées*. Cependant il ne peut pas se ranger dans la première de ces familles (les *Chénopodées*), car le nombre des étamines dépasse celui des divisions calicinales. Il s'écarte de la seconde (les *Amarantacées*) par ses fleurs disposées en grappes, et dépourvues des bractées imbriquées scarieuses entourant les fleurs des *Amarantacées*. Le défaut complet de stipules l'éloigne aussi de la troisième (les *Polygonées*), dont précisément l'*Ochrea* est un caractère essentiel.

La tendance des divisions calicinales de l'*Achatocarpus* à devenir pétaloïdes semble faire rentrer cette plante dans la famille des *Phytolaccacées*. Sa place systématique serait donc dans le voisinage du genre *Rivina*, tribu des *Riviniées* de cette dernière famille.

La présence de certains caractères, l'absence de certains autres, paraissent indiquer une union assez intime et croisée entre ces diverses familles, déjà si semblables par la structure de la graine, union reliée davantage encore par le genre *Achatocarpus*.

DILLENIACEÆ DC

Ricaurtea †.

Flores hermaphroditi. *Calyx* 5–7-phyllus, sepalis valde inæqualibus, interioribus majoribus, subrotundis, concavis persistentibus, æstivatione imbricata. *Corolla* 2-3-petala, petalis quam calycis foliola minoribus inæqualibus spathulatis deciduis æstivatione duplicato-imbricatis. *Stamina* plurima, filamentis filiformibus in connectivum basi latiusculum complanatis, antheris basi fixis continuis im mobilibus extrorsis bilocularibus longitrorsum dehiscentibus. *Ovarium* unicum, uniloculare, pilosum, biovulatum; ovulis e fundo loculi erectis anatropis; *stylus* terminalis, erectus, in alabastro recurvatus, teres, longiusculus, sub anthesi incurvatus; stigma in altera specie oblique liguliforme papillosum, in altera subpeltatum obliquatum. *Capsula* globosa, coriacea, stylo superata, bivalvis, unilocularis, mono-disperma; semina erecta, collateralia, ovoidea vel plano-convexa, arillo parce carnoso involuta; testa crustacea, scrobiculata, nigra; embryo basilaris, minimus, in axi albuminis copiosi cartilaginei inclusus.

Frutices in regione Novo-Granatensi calida crescentes, scandentes, foliis alternis petiolatis integerrimis vel apicem versus serratis, pedunculis axillaribus unifloris.

Genus nostrum locum post *Doliocarpum* inter *Delimeas* habet.

Etymologia : Nomen generis memoriæ consecratum est herois Novo-Granatensis Ricaurte libertati patriæ victimam se offerentis in oppido *San-Mateo.*

1. *Ricaurtea nitida.* — Scandens; ramulis pilosiusculis; foliis alternis, petiolatis, ellipticis, acutis, integris, vel ad apicem hinc inde serratis, coriaceis, supra lucidis, subtus nervis petiolisque pilosiusculis; pedunculis axillaribus, solitariis vel geminis, bracteolis duabus minutis stipatis; sepalis extus sericeo-pilosis, intus puberulis; petalis flavis; capsulis globosis, rubris, diametro circa 12 millimetra; arillo albo.

Crescit in fluminis Magdalenæ regione calidissima usque ad altitudinem 1000 metrorum.

Est *Bejuco-Tomé* incolarum. Floret.

2. *Ricaurtea congestiflora*.— Scandens; ramis elongatis, ramulis puberulis; foliis ellipticis lanceolatisve, apice acuminatis, dimidia parte superiore acute et remote serratis, inferne subintegris, in petiolum brevem attenuatis, costatulo-venosis, junioribus utrinque piloso-sericeis demum supra glabratis; floribus axillaribus, fasciculatis, numerosis, pedunculatis; pedunculis filiformibus longiusculis, bracteolis minutis stipatis; sepalis extus sericeis, subpetaloideis; stigmate obliquato; capsulis globosis.

Crescit in valle fluminis Metæ et in declivitate orientali Andium Bogotensium usque ad altitudinem 1300 metrorum.

Floret januario.

Les fruits des *Ricaurtea*, avant leur maturité, pourraient être pris au premier abord pour des baies; car leur péricarpe arrondi, et d'une couleur rouge uniforme, ne laisse pas soupçonner l'endroit où il se fendra plus tard. Une telle erreur, à laquelle la conformation des fruits jeunes pourrait donner lieu, n'est plus possible à l'époque de leur maturité, car ils s'ouvrent alors en deux valves égales; en se réfléchissant, celles-ci mettent à nu une ou deux graines entourées d'un arille blanc et pulpeux. Du reste, ces deux plantes ont, avec le *Doliocarpus* à fruit bacciforme, de la famille des *Dilléniacées*, des rapports si grands, qu'on pourrait très facilement les confondre. Pour bien établir une distinction entre ces plantes, nous avons voulu premièrement nous assurer que l'erreur, que nous avons signalée comme possible dans l'appréciation des fruits du *Ricaurtea*, n'a pas été commise à l'égard de ceux du *Doliocarpus*, et qu'il existe dans ces plantes des fruits réellement pulpeux.

En effet, nous trouvons que Roland, dans les *Actes de l'Académie d'Upsal*, 1757, t. IX, p. 249, décrit et représente les fruits des *Doliocarpus* comme de véritables baies, et, en parlant de l'une de ses deux espèces, il s'exprime à peu près de la manière suivante : « Les fruits du *Doliocarpus* sont des baies rouges, tout à fait semblables à celles du café, et contenant deux graines ou noyaux rapprochés l'un de l'autre. On peut très facilement les confondre avec les baies du Caféier; mais l'effet qu'elles produisent en les mangeant est bien différent. Tandis que les baies du café sont agréables et inoffensives, celles du *Doliocarpus* ont d'abord une saveur douceâtre qui devient brûlante; elles ont des propriétés narcotiques, et agissent enfin comme un poison violent : il n'est pas rare que

les nègres, les enfants et les étrangers, s'empoisonnent en les mangeant. » C'est cette ressemblance funeste qui a donné à Roland l'idée d'appeler la plante *Doliocarpus*, c'est-à-dire *fruit trompeur*.

Si l'on considère les détails que Roland a donnés sur les fruits de cette espèce, il n'est pas probable qu'il se soit trompé au point de prendre une capsule pour une baie. Ceci est d'autant moins probable, que Roland avait étudié et décrit la plante vivante dans son pays natal, où il avait puisé les renseignements que nous venons de citer.

Aublet, qui avait étudié aussi le *Calimea* dans son pays natal, dit positivement que son fruit est une baie ; en conséquence de cette assertion, on a fait rentrer plus tard cette plante dans le genre *Doliocarpus*.

Les auteurs qui ont ajouté dernièrement de nouvelles espèces au genre *Doliocarpus*, tel qu'il a été établi par Roland, ont également décrit leurs fruits comme étant de vraies baies.

Il est donc évident que dans les *Doliocarpus*, ou du moins dans quelques-unes de ses espèces, le fruit est bacciforme. Ceci suffit, à ce qui nous semble, pour autoriser une distinction assez nette et tranchée avec les *Ricaurtea*, dont le fruit est capsulaire, comme nous l'avons indiqué. La forme arrondie de la capsule, sa manière de se fendre au milieu, le stigmate en languette, et les sept sépales d'une des espèces de *Ricaurtea*, complètent la distinction que nous venons d'établir.

FUNGI L.

Dothidea tinctoria Tul. (1).

Parasitatur in foliis et innovationibus tum *Baccharis polyanthæ* H.B.K., tum *B. genistelloidis* eorumdem; parenchyma matrix late longeque tumet, carnosum evadit solitumque deponit colorem; cellulæ quibus constat interea formam mutant et in stromatis densioris substantiam vertuntur. Stroma subinde innumeris confoditur locellis globosis, quorum parietes densissimo stylosporarum agmine velantur. Hæcce sessiles aut subsessiles formam obovato-oblongam, obtusissimam, et deorsum versus brevissime attenuatam obtinent, $0^{mm},022$-029 hinc, illinc autem $0^{mm},0095$ circiter metiuntur, e membrana achroa et admodum levi finguntur, rectæ sunt v. nonnihil curvatæ, plasmaque granosum et chlorinum intra

(1) Descriptionem hujus fungilli, me rogante, conscripsit cel. Tulasne.

locellos 2 subæquales concludunt. Fungillus, corpusculis istius sortis tandem eructatis inspersisque, faciem propterea subvelutinam chloreamque induit. E stromate simul oriuntur tubercula minima, in dies crebriora, quæ sparsa primum discretaque, stratum continuum aut vix interruptum tandem struunt; parenchymate atro firmioreque fabricantur, singulaque e peritheciis exiguis subglobosis, quasi astomis, sociatis, conflantur. Thecæ obovatæ et subsessiles sporas a stylosporis forma crassitudineque vix dissimiles, sed pallidiores fovent.

Strata atra s. maculæ e peritheciis contiguis in antica foliorum pagina duntaxat observantur, nec semina ex adversa facie vulgo protruduntur.

Viget, mense maio, in jugis centralibus Andium Granatensium, ad altitudinem MD hexapodum supra Oceani ripas, nempe circa *Bogota*, *Tuquerres*, *la Laja*, *Guaitara*, et secus flumen quod *Mayo* dicunt.

Cette espèce de *Dothidea* se développe sur quelques *Baccharis* de la Nouvelle-Grenade; on le trouve à une certaine époque de l'année sur les feuilles des *B. polyantha* et *B. genistelloides*, et même sur les jeunes tiges de ce dernier. Il se présente sous la forme de petits points noirs qui, en s'élargissant peu à peu, envahissent une étendue plus ou moins considérable. La surface qu'il occupe devient comme raboteuse et bosselée; si c'est une feuille, elle prend une couleur d'un vert sale, se crispe, et semble se couvrir d'une couche mince de matière noire et pulvérulente. La production d'un tel Champignon pourrait être attribuée soit à une sorte d'épuisement de la plante mère consécutif à sa floraison, soit à un état maladif comparable à celui du Cacaotier atteint de la *mancha* (*tache*), genre d'affection qui a fait dans quelques plantations de la Nouvelle-Grenade des ravages comparables à ceux causés en Europe par l'*Erysiphe* de la Vigne.

Les circonstances ou les conditions qui déterminent le développement du *Dothidea* dans les *Baccharis* nous semblent d'ailleurs aussi obscures et aussi difficiles à préciser que celles qui favorisent l'apparition soit de l'*Erysiphe*, soit de la *mancha*. Toutefois il s'en faut bien que notre *Dothidea* soit un parasite fâcheux comme ces derniers, puisqu'au contraire il fournit à l'industrie des habitants de la Nouvelle-Grenade un produit important. Les feuilles de *Baccharis* qui en sont atteintes ont,

en effet, la singulière propriété de donner une belle couleur verte, sans l'aide d'aucune autre matière tinctoriale. La teinte verte, que la chimie actuelle ne produit que par la combinaison du jaune et du bleu, s'obtient directement, et très brillante, avec les feuilles de *Baccharis* envahies par notre *Dothidea*. La découverte de la propriété colorante de ces feuilles semble remonter à une époque très reculée de l'histoire de l'Amérique tropicale, et peut être regardée comme un legs transmis aux populations actuelles par l'industrie de leurs ancêtres. L'usage qu'on en fait aujourd'hui a lieu d'une manière tellement simple, qu'il est sans doute parvenu jusqu'à nous sans avoir fait le moindre progrès, ni subi la plus petite modification. Il est surtout pratiqué par les Indiens de Pasto et de Tuquerres, dans la Nouvelle-Grenade du Sud, et par ceux de Bogota et de Tunja qui en habitent le centre. Ces peuples teignent par ce moyen, en différentes nuances de vert, la laine qui leur sert à tisser leur *bayetas*, leurs couvertures, et principalement les vêtements particuliers appelés *ruana* (1) ou *poncho*. Le procédé suivi se réduit à prendre quatre fois autant (en poids) de feuilles ou de tiges tachées par le parasite qu'on a de laine à teindre; on les écrase ou contond légèrement, puis on les soumet à l'ébullition dans de l'eau pure, qui ne tarde pas à se colorer fortement; alors on trempe et on laisse séjourner dans cette eau l'objet à teindre jusqu'à ce qu'il soit bien imprégné et qu'il ait acquis le degré de coloration voulu. La teinte verte est plus vive quand on a préalablement donné à la laine une nuance jaune au moyen d'autres feuilles (telles par exemple que celles de diverses Mélastomacées). On peut reconnaître dans les raies des *ruanas* et *frasados* (couvertures) grenadins, dont le vert est aussi assez persistant, différentes nuances ainsi produites.

Il est extrêmement probable que ce mode de teinture serait susceptible d'importantes améliorations, et que certains réactifs chimiques pourraient être utilement associés aux feuilles des *Chilca*. Tel est le nom donné vulgairement à plusieurs *Baccharis* de la Nouvelle-Grenade, et quelquefois à d'autres plantes ; mais il s'applique plus particulièrement aux *Baccharis* employés dans la teinture, c'est-à-dire à ceux qui sont attaqués par le *Dothidea*.

Il reste à remarquer que ce Champignon parasite vit sur deux plantes fort dissemblables : le *B. polyantha*, qui a des feuilles très dévelop-

(1) La *ruana* est un quadrilatère d'un mètre et demi à deux mètres de long sur une largeur un peu moindre, fait d'une étoffe de laine, de coton ou de soie, teinte de rouge en nuances plus ou moins vives, et dans le milieu duquel on pratique une fente longitudinale pour y passer la tête.

pées, sur une tige presque arborescente, à rameaux terminés par de grandes panicules de fleurs; et le *B. genistelloides*, qui semble privé de feuilles, et n'offre, sur des tiges presque herbacées, que trois ailes membraneuses interrompues de distance en distance, comme pour laisser échapper une fleur de peu d'apparence. Malgré de si grandes différences, les Indiens du sud de la Nouvelle-Grenade ont employé l'une des deux espèces (*B. genistelloides*), et ceux du centre l'autre (*B. polyantha*), pour le même objet. Ces Indiens, complétement isolés et sans aucune idée des classifications systématiques, ont donc choisi, pour en faire un usage identique, deux végétaux du même genre, mais en apparence tout à fait distincts. On trouve encore d'autres rapprochements naturels faits par les Indiens, sans autre guide que les propriétés des plantes, ce qui confirmerait le principe posé par Linné : « Que les plantes qui se conviennent par leurs caractères génériques se ressemblent aussi par leurs propriétés. »

Le *B. genistelloides* végète principalement sur les escarpements des Andes de Pasto. Autour de Tuquerres, à une hauteur de 2000 à 2800 mètres, le *B. polyantha* est beaucoup plus répandu dans la Cordillère, et il se plaît principalement sur les versants tempérés, à une hauteur moyenne de 2300 mètres au-dessus du niveau de la mer.

S'il les fallait cultiver, ces *Baccharis* pourraient se reproduire par graines ou par éclats; mais si cette culture avait un but industriel, il nous semble qu'il serait nécessaire d'étudier attentivement les conditions dans lesquelles végètent ces arbrisseaux, et celles qui provoquent sur leurs feuilles le développement du *Dothidea*, c'est-à-dire du Champignon dans lequel réside la propriété colorante. Sans doute, ce cryptogame réclame aussi pour lui-même des conditions spéciales de climat, de sol, d'exposition, qu'on essayerait peut-être vainement de réunir loin de son pays natal, même si l'on réussissait à obtenir la germination de ses spores.

HUITIÈME CENTURIE

DE

PLANTES CELLULAIRES NOUVELLES,

TANT INDIGÈNES QU'EXOTIQUES,

Par Camille MONTAGNE, D. M.

DÉCADES VI ET VII (1).

SPHÆRIÆ WALLROTHIANÆ.

En janvier 1850, M. Wallroth, à la prière de mon savant ami Kützing, qui habite Nordhausen, me gratifia d'un magnifique envoi de plus de quatre-vingts espèces de Sphéries, publiées par lui dans le *Compendium Floræ Germanicæ*. Ces plantes n'ont été signalées dans l'ouvrage en question que par une simple phrase diagnostique fort incomplète, aujourd'hui surtout que l'on doit tenir compte des organes de la reproduction, lesquels y sont presque toujours passés sous silence.

M. Wallroth nous ayant devancés vers un monde meilleur, j'ai pensé que je rendrais service aux mycologues qui, privés de types authentiques, restent souvent indécis sur leurs déterminations en présence d'un signalement imparfait, si je complétais, par l'analyse de ceux que je tiens de la libéralité de l'auteur, une diagnose devenue nécessaire, depuis que l'immense quantité de Sphéries, bonnes ou douteuses, introduites dans la science, a rendu indispensable l'exposition de tous leurs caractères soit de végétation, soit de reproduction. J'ai cru, en outre, que j'acquitterais ainsi

(1) Voyez au tome VIII, p. 285.

envers l'auteur une portion de ma dette de reconnaissance. Je n'ai pas besoin de dire que, même pour les espèces inédites, dont il y a quelques-unes, les noms transmis par le docte et vénérable confrère de Nordhausen seront religieusement conservés tels qu'ils se trouvent sur les étiquettes. L'herbier de ce savant ayant été acquis par mon ami de Genève, M. le pasteur Duby, qui, comme moi, s'est beaucoup occupé des Hypoxylées, mon travail, quelque imparfait qu'il puisse être, pourra peut-être encore lui être de quelque utilité, ne fût-ce que pour le mettre dans le cas de rectifier ou de corriger mes erreurs.

Il est toutefois bien entendu que je ne me charge pas de légitimer, encore moins de défendre toutes ces espèces; ce serait une tâche trop difficile, vu le nombre incessant de celles dont nous sommes journellement inondés. Après ce préambule, je vais entrer en matière.

* Xylaria rhizoides Wallr. in *Sched.* sub *Sphæria*. = *Sphæria digitata* Pers. var. *rhizoides* Fries, *Elench.*, II, p. 56 et 57.

Obs.—Encore un mot sur cette Hypoxylée. Persoon m'a donné, il y a plus de trente ans, un magnifique exemplaire du type de sa *Sphæria digitata*. Avant même de posséder les chétifs individus du *Sphæria rhizoides* de Wallroth, j'avais déjà depuis longtemps reçu de mon ami Soleirol un échantillon bien autrement complet de cette espèce recueillie par lui en Corse; celui-ci est effectivement constitué par la réunion de plus de cent clavules chargées de nombreux périthèces, et dont les stipes sont liés par la base en un seul corps, au moyen d'un tomentum violacé que je retrouve dans la plante d'Allemagne. J'y reconnais également ce système radicellaire, si développé dans la plante de Corse. La touffe entière de celle-ci a une hauteur de 13 centimètres et une circonférence de 11, c'est-à-dire qu'elle a un diamètre de 37 millimètres. Toutes les clavules sont en queue de rat, et dans la partie renflée, ou le milieu, leur grosseur est de 2 à 3 millimètres. J'ai cherché la fructification dans les exemplaires corses et allemands, afin de la comparer à celle du type. Dans celui-ci, que j'ai déjà dit tenir de Persoon lui-même, les thèques, de bonne heure déliquescentes,

sont cylindriques, longues de 12 centimillimètres, épaisses d'un peu plus de 5 à 6 millimillimètres, et renferment de quatre à six spores brunes, placées bout à bout sur une seule rangée, et n'en atteignant jamais le sommet, qui reste hyalin. Ces spores, devenues libres, sont brunes, oblongues, inéquilatérales, obtuses, et longues de 2 centimillimètres.

Dans les exemplaires de Wallroth, trop jeunes sans doute, l'intérieur des périthèces, lisse, luisant et de couleur fauve, ne m'a présenté qu'une couche de fibres de la plus grande ténuité.

Enfin, chez ceux de M. Soleirol, la paroi des périthèces était tapissée intérieurement de conidies globuleuses, réunies en chapelets de la plus grande ténuité, ou agglomérées en petits grumeaux. Il est évident que ce n'est pas là la vraie fructification de cette plante; c'est ce qui m'empêche de me prononcer sur la légitimité de l'espèce de Wallroth, et m'engage à me ranger provisoirement à l'avis de Fries, bien que le *facies* des deux formes soit si divers.

Dans l'opinion qu'il manifeste à l'égard de cette Hypoxylée, Fries se fonde sur ce qu'elle a pris naissance dans des galeries de mines ou dans des lieux souterrains où les Champignons perdent ordinairement leur forme normale. Je puis affirmer que le bel exemplaire de Corse a été recueilli à l'air libre, fixé à des pieux tout près du sol, et conséquemment dans des conditions tout autres que ceux de M. Wallroth.

69. Hypoxylon (Pulvinata) tuberiforme (Wallr. mss. sub *Sphæria*) Montg. mss.: globoso–depressum, supra convexum, subtus cavum, extus tuberculosum, atrum, opacum, intus suberosum, pallidum; peritheciis periphericis amplis obovoideis, ostiolis exsertis minutis confertis, ascis..... sporis fusiformibus continuis inæquilateris fuscis. Nob. — Hab. Rarissime sub terram vere.

Desc. Subterraneum; magnitudine nucis Juglandis. Forma, non autem colore, *Tuberi excavato* Vittad. simile. Stroma sphæricum, depressum, colliculosum, atrum, opacum, ostiolis confertis minutissimis nitidis sub lene punctatum rugosumque, subtus excavatum. Perithecia periphérica,

oblonga obovoideave, millimetrum longa, cæterum quoad dimensionem varia, atra, intus filis arachnoideis albis sæpius farcta. Asci deliquescentes haud inventi. Sporæ continuæ fusiformes, inæquilateræ, nempe hinc rectæ, illinc convexæ, 2 ad 3 centimillim. longæ, 0^{mm},0050 medio crassæ, guttulas oleosas 1 ad 2 foventes.

Obs. — Il est bien probable que cette curieuse espèce avait pris naissance sur quelque racine à fleur de terre, puis qu'elle a été enfouie par accident. Indépendamment de son habitat, elle est fort remarquable pour une espèce européenne.

* Nectria Citrum Wallr. (*Compend. Fl. Germ.*, IV, p. 788, sub *Sphæria*) : peritheciis parvis subglobosis subumbonatis, umbone demum nigrescente aurantio-papillato, mollibus, subtus tandem post evacuationem collabentibus, nucleo gelatinoso hyalino farctis, ascis inter paraphyses fine incrassatas nidulantibus e cylindrico acuminatis *pleiosporis*, sporis innumeris oblongis medio transversim uniseptatis. Nob. — Hab. Ad truncos alneos putredine exesos. = *Nectria citrina* Fr., *Sum. Veg. Scand.*, p. 388. — An huc *N. inaurata* B. et Br. autea memorata ?

Obs.—Cette Hypoxylée est distincte de toutes ses congénères, plus encore par sa fructification que par sa couleur. Cette fructification, analogue à celle de certains Lichens dont on a fait les genres *Biatorella*, *Acarospora*, *Sarcogyne*, etc., ne se retrouve, que je sache, dans aucun autre *Nectria*. Je ne pense pourtant pas pour cela être autorisé à en faire un nouveau genre, que ne trahit ou ne décèle aucun caractère extérieur.

Fries s'étant contenté de rapporter l'espèce à son genre *Nectria*, je crois qu'on me saura gré de la décrire ici, car le changement de nom ne nous apprend rien de plus que ce que nous en avait dit Wallroth.

Les périthèces sont, sans doute, de couleur citrine à l'état frais ; mais desséchés, ils n'offrent qu'une couleur jaune ocrée. Secs, ils mesurent un tiers ; mouillés, un demi-millimètre de diamètre. La papille qui couronne le disque est orangée, et celui-ci passe quelquefois au noir avec l'âge. Vus en dessous, ils sont affaissés

comme dans l'*Halonia ditopa*, quand ils sont évacués. Les thèques, transparentes et hyalines comme tout le nucléus, sont remarquables par la grande quantité de spores qu'elles renferment. Elles sont d'abord cylindracées, rétrécies à la base en un très court pédicelle, longues d'un douzième de millimètre environ, et épaisses à peine d'un centimillimètre, et ne contiennent alors qu'une strie gonimique (*protoplasma*) destinée à se métamorphoser plus tard en spores. A la maturité, leur ventre se dilate, et acquiert une ampleur de plus de 3 centimillimètres, la partie supérieure demeurant rétrécie, ce qui les fait paraître acuminées, bien qu'obtuses. C'est aussi alors qu'on observe dans leur cavité cette innombrable quantité de spores. Ce sont bien au reste des spores et non des conidies, car elles sont oblongues, mesurent en longueur 1 centimillimètre sur un diamètre deux à trois fois moindre ; en un mot, semblables ou analogues à celles des congénères.

N'ayant ni analysé ni même vu le *N. inaurata* B. et Br., je ne puis dire s'il diffère réellement, ni en quoi il diffère de la Sphériacée de Wallroth. Il me paraît seulement que, d'après la diagnose, il doit y avoir les rapports les plus grands entre ces deux espèces. M. Berkeley annonce avoir trouvé deux sortes de thèques, les unes semblables à celles du *N. Citrum*, et les autres renfermant de vraies spores, comme celles du *N. Cesatii* (voyez plus haut). Il ajoute qu'il a rencontré la même fructification dans le *N. Cucurbitula*. Cette dernière espèce paraît assez rare, car je ne la vois figurer dans aucune publication de spécimens en nature, et elle n'est représentée dans ma collection que par un exemplaire de Fries. L'analyse à laquelle j'ai soumis cet échantillon des *Sclerom. Sueciæ*, n° 263, m'a montré un nucléus mucilagineux, incolore, composé de nombreuses paraphyses filiformes (1), renfermant une série simple de globules arrondis, rarement oblongs, et de thèques en massue allongée, où sont contenues sans ordre de six à huit spores linéaires-oblongues, transversalement divisées par cinq ou six cloisons, offrant l'apparence de sporules oblongues pla-

(1) Tout à fait semblables à celles que j'ai fait figurer dans l'Atlas de la *Flore de l'Algérie* (pl. 26, fig. 5, *a-h*) pour notre *Sphæria defossa*.

cées perpendiculairement à l'axe des thèques. Celles-ci, de même que les paraphyses, ont une longueur de 1/10e de millimètre, et les spores ont environ 0mm,015 de long sur un diamètre de 0mm,0040. Voilà ce que j'ai vu. D'un autre côté, M. le baron Cesati décrit encore une autre forme des thèques et des spores à la page 427 du *Botanische Zeitung* pour 1856, qui n'est ni celle que je viens de décrire, ni celle mentionnée par le révérend M. J. Berkeley à l'occasion du *N. inaurata*, à la page 470 du *Gardener's Chronicle* pour 1854.

*Nectria auricoma Wallr. (*l. c.*, p. 796 sub *Sphæria*).

Obs.—Je n'ai rien à dire sur cette espèce, dont les exemplaires, peut-être trop jeunes, qui me sont parvenus ne portaient aucune fructification, même rudimentaire. Les périthèces n'ont pas plus d'un décimillimètre de diamètre.

*Sphæria (Byssisedæ) erythrella Wallr., *l. c.*, p. 794.

Obs.—Tout ce que dit l'auteur des organes de la végétation est parfaitement exact. Je n'ai pas été assez heureux pour rencontrer ceux de la reproduction. Si celle-ci est légitime, la Sphérie homonyme dans Rabenhorst, *Deutschl. Crypt. Fl.*, devra prendre un autre nom.

*Sphæria (Villosæ) sanguinolenta Wallr., *l. c.*, p. 801 : peritheciis parvis confertis erectis, præter basim adnatam liberis ovoideis, modo obscure sanguineis, modo atris, pilis fuscis brevissimis stipatis undique hirsutis mucoque cruento obductis, apice in ostiolum prominulum attenuatis pertusisque, ascis cylindraceo-clavatis apice hyalino-cuspidatis octosporis paraphysibus concomitatis, sporis continuis e sphærico oblongis uniseriatis, evolutione concentrica insignibus, primo hyalinis tandem obscure fuscis. Nob. — Hab. Sub cortice *Loniceræ Xylostei*. Æstate.

Obs.—Comme cette espèce est excessivement rare, selon l'auteur, et qu'elle peut intéresser les mycologues qui la retrouveraient par hasard, j'ajouterai ici quelques mots qui confirmeront

tout à la fois sa légitimité, et serviront à la mieux faire distinguer de ses voisines de la même tribu.

Les périthèces, nés sous la cuticule du rameau, s'en débarrassent promptement, et parcourent à l'air libre toutes les autres phases de leur vie. Ils ne sont pas en forme de poire renversée (*obverse pyriformia*), mais presque tous ovoïdes, par suite surtout de leur amincissement supérieur en un ostiole gros et court percé d'un pore au sommet. Ils ont près de 1/2 millimètre de hauteur, et la largeur de leur ventre est à peu près de la même dimension. Les poils roides et excessivement courts qui les recouvrent sont d'un brun si obscur sous le microscope, qu'il est difficile de dire s'ils sont ou non cloisonnés; leur longueur moyenne est de 0^{mm},06. Vus à la loupe, les périthèces ont une couleur d'un noir pourpre qui déteint sur l'écorce, et y laisse cette teinte propre au support de la *Sphæria rubella* Pers. Leur face interne conserve aussi la couleur sanguinolente. Les thèques ont environ 12 centimillimètres de longueur sur 1 centimillimètre d'épaisseur, dernière dimension qui varie à différentes hauteurs, selon le degré d'évolution des spores. Celles-ci, continues, disposées sur un seul rang, d'abord incolores et oblongues, se développent en commençant par le haut de la thèque, qui, originairement atténuée, reste munie d'un bec tronqué qui atteint 1 centimillimètre 1/2. Il y a des paraphyses.

*Sphæria (Villosæ) horridula Wallr., *l. c.*, p. 796 : perithecciis, etc..... ascis clavatis curvulis octosporis sporisque uniseriatim imbricatis diblastis hyalinis. Nob. — Hab. Ad truncos Pyri cæsos rarissime.

Obs. — Quoique imparfait et exigu, l'exemplaire communiqué m'a permis d'ajouter ce qui suit à la diagnose de l'auteur. Les périthèces n'y sont point épiphléodes, puisqu'ils croissent sur la branche nue du bois; mais ils sont accompagnés de gonidies verdâtres sous le microscope. Leur diamètre est d'un tiers de millimètre, et leur paroi hérissée de nombreux poils, dont les plus longs ont à peine un dixième de millimètre. Ceux-ci sont obscurément cloisonnés, bruns à la base, hyalins dans tout le reste de

leur étendue. Un nucléus gélatineux, incolore, recèle des thèques en massue longues de 6 centimillimètres et de 1 centimillimètre de diamètre. Ces thèques renferment huit spores oblongues, un peu plus longues que le diamètre de la thèque. On y voit deux nucléoles globuleux ou sporules.

*Sphæria (Villosæ) polytrichia Wallr., *l. c.*, p. 794 : peritheciis, etc..... Ascis clavatis maximis polysporis, sporis minutis continuis hyalinis. — Hab. Ad culmos secalinos et triticeos.

Obs. —J'avais déjà reçu cette plante de M. Wallroth, lorsque, il y a deux ans ou environ, elle me fut également adressée par M. l'abbé de Lacroix, qui l'avait recueillie près de Saint-Romain, dans le département de la Vienne. Comme ce zélé botaniste ne connaissait pas l'espèce du *Flora Germanica*, il la crut nouvelle, et lui imposa le nom de *Dothidea trichodes*. Ces jours derniers, mon respectable ami le docteur Mougeot, à qui M. de Lacroix venait d'envoyer cette Sphérie en nombre *fasciculaire* pour ses *Stirpes Vogeso-Rhenanæ*, m'en adressait un exemplaire, en me demandant si et comment elle différait d'une autre, mon *Rhaphidospora Lacroixii*, qui croît aussi sur les chaumes, et présente comme elle un périthèce hérissé de poils. Rien n'est plus facile que de distinguer l'une de l'autre ces deux plantes, puisque le *Rhaphidospora* a des spores aciculaires, comme son nom le donne à entendre, tandis que la *Sphæria polytrichia* est privée d'ostiole, et que ses spores sont innombrables dans chaque thèque et très courtes. Celle-ci appartiendrait, d'après ce dernier caractère, au nouveau genre fondé par M. Rabenhorst sous le nom de *Pleospora*. On voit que les chaumes des céréales nourrissent un grand nombre de Sphériacées fort diverses de forme et de fruit. On trouve imprimé *S. polytricha* dans le *Flora Germanica*, mais je crois que c'est par suite de quelque erreur typographique, car l'étiquette, écrite de la main de l'auteur, porte *S. polytrichia*, ce qui me semble plus régulier, et concorde d'ailleurs mieux avec son autre espèce du même ouvrage (p. 795) nommée *S. basitrichia*.

Les thèques varient de longueur entre 16 et 20 centimillimètres,

et leur largeur la plus grande est de 4 centimillimètres. Les poils sont bruns et cloisonnés ; leur longueur moyenne est d'un tiers de millim., ce qui est la hauteur du périthèce.

* Sphæria (Denudatæ) congregata Wallr. *l. c.*, p. 786. : perotheciis microscopicis confertissimis, etc....., gonidiis cujusdam lichenis immixtis, nucleo gelatinoso albo, ascis cylindricis sporisque globosis uniseriatis hyalinis. Nob. — Hab. Ad ligna salicina putredine exesa. Thuringia. ? *Sphæria Atomus* Schum. Saell., II, 158, ex Wallrothio.

Obs.—On ne saurait guère se figurer des périthèces aussi exigus que ceux de cette espèce. Leur diamètre varie, en effet, selon l'âge entre un et deux vingtièmes de millimètre. Très pressés les uns contre les autres, ils ressemblent, quand on les regarde à l'œil nu, à une poussière noire fort ténue. Vus à un fort grossissement, on les trouve composés d'une seule couche de cellules brunes. Il faut un objectif de la puissance de 800 diamètres pour voir les thèques. Quelques périthèces, les plus gros, ne m'en ont présenté qu'après une longue recherche. Elles sont cylindriques, longues d'environ 2 centimillimètres; épaisses de $0^{mm},0020$ et avec la couche de mucilage qui les entoure de $0^{mm},0030$. Elles renferment, disposées sur une seule rangée, 6 à 8 spores globuleuses de même dimension que le diamètre de la thèque. Cette espèce diffère du *S. microscopica*, non-seulement par son exiguïté plus grande et phénoménale, mais encore par l'absence d'ostiole en bec. Elle sort d'entre les fibres ligneuses en séries plus ou moins longues. On la trouve mélangée avec quelques scutelles d'un *Lecanora* dont le thalle détruit fournit ces gonidies dont j'ai fait mention dans la diagnose.

En étudiant, il y a dix ans, les nombreuses Sphéries de la Flore Algérienne, dont j'ai dessiné pour mon usage les organes de la reproduction, je ne me souviens pas d'en avoir vu une seule qui m'ait offert des thèques et des spores semblables, ni surtout aussi petites.

* Sphæria (Denudatæ) microthelia Wallr., *l. c.*, p. 788.

Obs.—Cette espèce ne diffère en rien du *S. myriocarpa* Fries,

Syst. Myc., II. p. 459, que Wallroth énumère dans la page précédente. Notez bien que je n'affirme rien que sur l'exemplaire reçu de l'auteur.

* SPHÆRIA (Denudatæ) MEDULLARIS Wallr., *l. c.*, p. 792 : peritheciis erumpentibus magnis ovato-subglobosis atris fragilissimis, basi tantum adnatis, vertice convexo conico-papillatis, intus sporis ovoideis utrinque subacutis badiis tandem opacis, massam medullarem grumulosam sphærico-cellulosam candidam *capituliformem* infarcientibus fœtis. Wallr. emend. — HAB. Ad radices alneas effossas siccas rarius.

OBS.—Il est bien certain que celui qui se contentera d'examiner cette espèce à la loupe et, satisfait de cet examen superficiel, ne pénétrera pas plus avant, la rapportera sans hésitation au *Sphæria mammæformis* Pers., auquel elle ressemble par son *facies*, *ut ovum ovo;* mais qu'on se trouvera loin de compte, si l'on veut bien prendre la peine d'analyser comparativement les deux hypoxylées. Ainsi, les thèques du *S. mammæformis* persistent, tandis qu'elles sont résorbées de bonne heure dans le *S. medullaris.* Il importe, je crois, de décrire les différentes phases de l'évolution des premières. C'est sur un exemplaire authentique des *Stirpes Cryptog. Vogeso-Rhen.* (n° 380 cité par Fries) publiées par mon ami le docteur Mougeot que j'ai fait cette analyse et ces observations.

Dans les premiers moments de l'évolution du nucléus, les thèques, les paraphyses et les spores sont hyalines. Les thèques, accompagnées de paraphyses aussi longues qu'elles, très déliées, mais cependant un peu dilatées en pilon à leur sommet, les thèques, dis-je, sont plutôt en massue fort allongée que cylindriques, comme elles le deviennent en approchant de la maturité; leur longueur est d'environ $0^{mm},18$, et leur épaisseur variable entre $0^{mm},0010$ et 0015, selon que les spores, au moment de leur formation, sont disposées sur une ou deux rangées. Dans les deux cas, elles ne renferment pas plus de huit spores. Ces spores sont réunies ensemble par des isthmes qui, venant à se rompre dans le milieu de l'intervalle qu'elles laissent entre elles, persistent et

laissent à chacune des extrémités un appendice ou *cuspis* hyalin, même quand la spore est devenue brune ou de couleur puce, et qui mesure le tiers de la longueur de celle-ci. Cette spore paraît marquée de trois cloisons transversales dans le jeune âge, ce qui revient à dire qu'elle est quadriloculaire. On aperçoit encore les cloisons avant la maturité, mais, parvenues à l'état adulte, leur opacité est si grande qu'on ne les distingue plus. D'abord longuement fusiformes, elles deviennent, avec l'âge, amygdaloïdes ou cymbiformes. Leur longueur est de 8 centimillim. sur une largeur de 1 centimillim. dans la portion ventrue. Les deux courbes qui les limitent par leur réunion ont un rayon de 0mm,0375. Les spores persistent longtemps dans la thèque.

Il n'en est pas ainsi dans la *S. medullaris*. Outre qu'on n'aperçoit dans le nucléus ni paraphyses ni thèques distinctes, les spores ont une forme plus ovale, moins allongée, et ne présentent aucune trace de pointe à leurs extrémités. D'ailleurs plus courtes et plus ventrues, elles ne laissent à aucun âge apercevoir nulle cloison, et le rayon des deux courbes qui les circonscrivent est de 0mm,0235, à un grossissement de près de 400 diamètres.

* SPHÆRIA (Obtectæ) URCEOLATA Wallr., *l. c.* : peritheciis parvis, etc....., ascis corynemorphis amplis suboctosporis, inter paraphyses flexuosas leptomitomorphas simplices nidulantibus, sporis maximis, initio hyalinis septo medio transversim inæqualiter tetrablastis, tandem fuliginosis, limbo mucilagineo circumfusis. Nob. — HAB. Ad ramos carpineos siccos alburno insculpta.

OBS. — Celle-ci est une excellente espèce, remarquable surtout par ses singulières spores, qui n'ont d'analogues, à ma connaissance, que celles du *Saccothecium Corni* Fr. (Montag., *Not. Pl. de France*, in *Ann. Sc. nat.* 2e sér., t. I, pl. 13). Notez bien que je dis analogues, car elles ne leur ressemblent pas de tout point. Elles ont aussi quelque similitude avec celles d'une autre espèce du même groupe, la *S. siparia* B. et Br. (*Ann. and Mag. of Nat. Hist.* 2, IX, pl. 9, f. 8), avec lesquelles, grâce à un exemplaire du révér. Berkeley, j'ai pu les comparer. Car, à peu près

de même forme, elles sont, comme elles, enveloppées dans un nuage de mucilage. Elles diffèrent pourtant par leur nombre normal dans chaque thèque et par leur cellulosité. Enfin, ces spores de notre plante rappellent un peu le jeune âge de celles de notre *S. scalaris* (*Fl. Alg.*, I, p. 510).

Cette sphérie, qu'il faut placer parmi les *Obtectæ*, à côté des *S. lanata*, *S. siparia*, *S. vibratilis*, etc., a surtout les plus grands rapports avec les deux dernières, non-seulement par sa manière de croître, mais encore par la plupart des autres caractères de végétation. J'ai déjà dit comment elle diffère du *S. siparia* B. et Br.; elle sera plus facile encore à distinguer du *S. vibratilis* Fr., avec un échantillon authentique duquel j'ai pu la confronter (1). En effet, dans l'une et dans l'autre espèce, les organes de la reproduction sont éminemment différents, le nucléus de celle du Prunier se composant de thèques presque cylindriques, atténuées à la base, excessivement petites, puisqu'elles ne dépassent pas en longueur 0mm,035 et en largeur au milieu 0mm,0075 à 0080. Elles renferment huit spores oblongues, un peu courbées, dont la longueur, trois fois plus grande que la largeur, atteint à peine 0mm,0060. On voit combien tout cela est exigu à côté des thèques géantes du *S. urceolata* qui mesurent en longueur, selon l'âge, de 15 à 30 centimillimètres, et en épaisseur de 3 à 5 centimillimètres. Il en est de même des spores qui ont de 6 à 7 centimillimètres de longueur.

Dans une énumération des Lichens de la Guyane, j'ai décrit les diverses phases de la morphose des spores de l'*Arthonia confluens*; celles du *Sphæria urceolata* ne sont pas moins curieuses à observer, et je vais exposer les différences qu'elles présentent à divers degrés d'évolution. Combien d'espèces de sphéries, comme de Lichens, ont été établies sur les formes diverses que revêtent ces organes à leurs différents âges! C'est donc un moyen d'éviter

(1) Je dois prévenir que le *Sphæria vibratilis* des *Exsiccata* de Sommerfelt, n° 196, n'est pas l'espèce de Fries, mais tout simplement le *Sphæria salicina* Pers. C'est du moins ce que l'analyse m'a permis de constater dans mon exemplaire.

l'erreur que de connaître les variations qu'un même organe peut subir pendant toutes les phases de sa végétation.

On n'aperçoit d'abord dans l'intérieur de chaque thèque qu'une strie granuleuse de protoplasma qui la parcourt dans toute sa longueur. Peu à peu se dessinent des spores fusiformes, minces, hyalines, continues, enveloppées d'une épaisse couche de mucilage de même forme qu'elles. D'abord, il se forme une seule cloison transversale médiane, puis bientôt deux autres qui séparent le nucléus en quatre portions, deux moyennes plus petites, deux extrêmes plus longues. Les deux moyennes, dans le jeune âge, sont disciformes et reliées entre elles, et avec les deux extrêmes par des isthmes ou rétrécissements. Dans cet état, la spore ressemble à deux fers de lance réunis par leur base. A un degré d'évolution plus avancé, les deux sporules médianes s'arrondissent en grossissant, l'isthme qui existait entre elles disparaît, de même que celui qui les séparait des deux sporules apicilaires. Alors la spore a acquis son développement parfait et pris une couleur fuligineuse ; elle semble s'être accrue aux dépens du mucilage ambiant, car à cette époque le limbe transparent de mucilage est fort rétréci. Des quatre nucléoles ou sporules inclus dans chaque spore, les deux moyens, qui sont globuleux, ont 1 centimillim. ou environ de diamètre; les deux autres, qui occupent les bouts, sont coniques, en forme de corne droite, et longs d'un cinquantième de millimètre.

J'ajouterai que les périthèces, cachés sous l'écorce, ne se trahissent à l'extérieur que par un ostiole ou papille caduque. Alors si l'on détache et qu'on soulève l'écorce, on les aperçoit facilement et l'on reconnaît combien ils offrent de ressemblance avec ceux des sphéries que nous avons nommées.

* SPHÆRIA (Obtectæ) ERUCTANS Wallr., *l. c.*, p. 781. — HAB. Ad ramos Juglandis gelu tactos.

OBS. — Les périthèces de cette espèce sont bien décrits par l'auteur, et j'ai observé comme lui des spores biloculaires. Elles sont si semblables à celles des *Diplodia*, qu'il serait fort possible que ce fût une plante de ce genre. N'ayant pu voir le nucléus jeune, je

n'ai pu m'assurer si ces spores sont primitivement engendrées dans des thèques résorbées, ou portées par des sporophores. Mais mon analyse m'a fait voir autre chose : au lieu de périthèces pourvus de cette fructification, on en rencontre d'autres de même dimension dont l'intérieur est blanchâtre. Une tranche verticale mince de ces derniers, mise sous un puissant objectif du microscope, montre que leur paroi est hérissée de toutes parts de nombreux sporophores, longs de 1 centimillimètre à 15 millimètres, d'une excessive ténuité, portant à leur extrémité libre une spore linéaire (*spermatie* Tul.) caduque, longue de moins de 5 millimillimètres. Ces derniers périthèces rappellent les Cytispores à une seule loge. Ceci mérite d'être étudié de nouveau sur le frais. La grosseur des deux sortes de périthèces, mesurée au micromètre, est d'environ un tiers de millimètre. Y a-t-il simplement concomitance, ou les deux conceptacles sont-ils liés par des formes diverses de fructification ?

* Sphæria (Caulicolæ) Bardanæ Wallr., *l. c.*, p. 805. — Hab. Ad caules *Bardanæ* siccos.

Obs. — Les périthèces étaient complétement évacués. Néanmoins, à force de recherches, j'ai réussi à en trouver quelques-uns dans lesquels des spores sorties de leurs thèques, que je n'ai pu voir, tapissaient encore çà et là la face interne de la paroi. Ces spores sont fusiformes aiguës, d'un brun olivâtre, longues de 3 centimillimètres, épaisses à leur milieu de 5 millimillimètres, et marquées de 3 à 5 cloisons transversales. Elles ressemblent à celles du *Sphæria arundinacea* et les périthèces à ceux du *Sphæria acuta*.

* Sphæria (Foliicolæ) radiata Wallr., *l. c.*, p. 772 : peritheciis hypophyllis minutissimis, etc....., ascis exiguis clavato-lanceolatis obtusis octosporis sporisque fusiformi-oblongis conformibus continuis hyalinis. Nob. — Hab. Ad folia *Sorbi torminalis*.

Obs. — Cette espèce est si voisine du *Sphæria punctiformis* qu'elle n'en est peut-être qu'une forme. Je ne vois aucun caractère saillant pour l'en distinguer avec une entière certitude.

* Sphæria apiculata, Wallr., *l. c.*, p. 778.

Obs.—Je ne puis voir en cette espèce autre chose que le *Sphæria* (Halonia) *ditopa* Fries, *Summ. Veget. Scand.*, p. 397. La seule différence, qui ne saurait être spécifique, vient de la matrice, l'une croissant sur le saule osier jaune, l'autre sur l'aune glutineux. La fructification est identique dans l'une et dans l'autre plante.

* Sphæria Cistula Wallr., *l. c.*, p. 798 = ***Hysterographium pulicare*** (Pers.) Corda.

Obs. — Les exemplaires de Wallroth sont identiques avec ceux qu'a publiés M. Desmazières au n° 779 de la première édition de ses *Cryptogames du nord de la France.*

* Sphæria patellaris Wallr. *l. c.*, p. 783. — Hab. Ad ramulos ***Pruni domesticæ*** languidos.

Obs. — Cette espèce doit être rangée parmi les défunts *Diplodia*, si tant est qu'ils doivent être rayés de nos catalogues. Ce que Wallroth qualifie du nom de *ascis solutis* sont des spores biloculaires, brunes, oblongues, à peine étranglées au niveau de la cloison transversale, dont la longueur est de $0^{mm},025$ et la grosseur de 1 centimillimètre ou environ. Ces spores, que j'ai pu voir jeunes, ne sont pas renfermées primitivement dans des thèques, mais elles sont portées par des sporophores assez courts qui naissent de tous les points de la loge et convergent vers le centre, tous caractères qui distinguent les Diplodies.

70. Sporonema Wallrothii Montag. Hb. : peritheciis minutissimis insculptis confertis atris intus gelatina alba farctis, initio vertice convexo integro dein irregulariter aperto hiantibus excipuliformibus, sporophoris undique centrum versus convergentibus ramosis, apice sporam cylindricam continuam rectam sustinentibus. — Hab. Ad pyra immatura humi putrescentia. — *Sphæria hians* Wallr., *l. c.*, p. 775, n° 3742.

Obs.—Après le genre *Septoria*, où cette espèce ne peut entrer, à cause du mode de déhiscence du périthèce et de la structure du nucléus, je ne vois que le *Sporonema* de M. Desmazières dans lequel on puisse assez convenablement la placer. Les périthèces,

noirs, arrondis, excessivement petits, puisque leur diamètre n'est que 1/20 à 1/10 de millimètre, sont cachés dans le tissu charnu de la poire avortée et de son pédoncule, qui en est tout noirci. Leur sommet dépasse peu le niveau de la surface. Bientôt ce sommet tombe et laisse une sorte de scutelle minime à marge déchirée, d'abord blanche, puis noire. Dans le premier cas, ni le nucléus mucilagineux, ni les sporophores, ni les spores ne sont évacués; ils le sont dans le second. Les sporophores très serrés, rameux, ont une longueur de 2 à 3 centimillimètres, et supportent à l'extrémité de chacun de leurs rameaux une spore cylindrique, droite, hyaline comme eux, et longue d'environ 15 millimillimètres.

Le nom spécifique de *hians* convenant à toutes les espèces du genre, j'ai cru devoir le remplacer par celui du premier descripteur. Je répéterai encore ici que le genre *Sporonema* semble se rapprocher beaucoup du *Clinterium* Fries, et qu'il me serait difficile d'indiquer un caractère saillant propre à les distinguer l'un de l'autre.

Avant de terminer, je dois dire que j'ai encore examiné les *Sphœria Amorphœ* W., *S. juncicola* W., *S. infarciens* W., *S. placentaris* W., *S. stenograpta* W., du même ouvrage, et les *S. scoparia* et *rectissima* Wallr. mss. Mais n'ayant pas réussi à trouver les organes de reproduction, je pense qu'il vaut mieux les négliger ici.

NOTE

SUR QUELQUES ALGUES MARINES NOUVELLES

DE LA RADE DE BREST,

Par MM. CROUAN frères,

Pharmaciens.

DERMOCORYNUS Crouan, Gen. nov.

(Pl. 3, fig. 1, A, B, C, D.)

Système inférieur formé par une substance dermatoïde ayant l'aspect de l'*Hildenbrandtia rosea* Kutz., d'un centimètre ou plus de diamètre, adhérent de toutes parts, mince, lobé à son pourtour, composé par des cellules hexagonales très petites s'irradiant comme celles d'un *Peyssonnelia;* donnant ensuite naissance, sur la plus grande partie de sa surface, à de très petites frondes, simples, presque cylindriques, subconiques ou en massue, offrant quelquefois à leurs sommets de un à trois lomentules; elles ont seulement de 1 à 6 millimètres de longueur, et sont isolées ou rapprochées, droites ou inclinées; leur stratum externe est formé par des cellules rondes, moitié plus petites que celles du stratum interne, très colorées et disposées en lignes parallèles. L'organisation intérieure nous montre des filaments hyalins, articulés, rameux, partant de la base de la fronde et du stratum interne; ils s'anastomosent entre eux en formant un réseau à larges mailles. Les cystocarpes sont nombreux, arrondis ou cordiformes, pourvus d'un large limbe, renfermant des spores rondes agglomérées en une masse sphérique; ils sont nichés dans le stratum interne. Les sphærospores occupent toute la surface de la fronde; ils sont ovoïdes, cruciés, très nombreux et très rapprochés, et sont immergés dans le stratum externe.

Dermocorynus Montagnei Crouan.

Mêmes caractères que ceux du genre.

Cette curieuse et très petite algue, par ses affinités, devra faire partie de l'ordre des *Cryptonémées*, tribu des *Némastomées*, section A, du *Species Algarum* de M. J. Agardh, avant le genre *Grateloupia*. Croît sur des fragments de quartz, où elle se fait remarquer par sa couleur rouge-rose. Récolté en octobre et novembre 1857, et en janvier 1858, bancs de St-Marc et du Moulin-Blanc, rade de Brest. Très rare.

Nous sommes heureux de pouvoir dédier cette très intéressante Algue au doyen des botanistes de l'Académie des sciences pour la cryptogamie, comme un hommage de notre gratitude et de notre affection.

DERMOCARPA Crouan, Gen. nov.

Fronde adhérente de toutes parts, gélatineuse, plane, très mince, discoïde, de 3 à 5 millimètres de diamètre, d'une couleur rose violet, entière à son pourtour ou finement lobée et formée par des cellules rondes ; le centre, à l'état fructifère, est couvert par une quantité prodigieuse de sporanges pyriques, atténués jusqu'en un pédicelle, contenant une grande quantité de sporules roses.

Dermocarpa violacea Crouan.

(Fig. 2, A, B, C, D.)

Mêmes caractères que ceux du genre.

Croît sur des fragments de faïence, dans la rade de Brest, où il a été dragué par quinze brasses de profondeur. En hiver, très rare.

Ce curieux genre, vu à la loupe, a quelque rapport d'aspect avec le *Rhododermis* Cr., il s'en distingue assez facilement par sa couleur. Quant à son organisation, elle est toute différente : ses sporanges, libres entre eux, quoique très serrés et très nombreux, ne sont pas accompagés de paranémates, comme cela s'observe

dans l'état fructifère tétrasporique des *Peyssonnelia* et *Rhododermis*. La fructification du *Dermocarpa* est exceptionnelle dans les *Floridées*, car elle offre des sporanges comme ceux que nous observons dans la plupart des genres de diverses familles des *Fucoïdées* et *Zoospermées*, vu qu'ils renferment une grande quantité de sporules; celles-ci sont petites et jouissent d'un mouvement brownien peu de temps après leur sortie du sporange; seul exemple, à notre connaissance, d'une fructification de cette nature dans les *Floridées*.

Cette Algue devra former une tribu dans l'ordre des *Squammariées* de M. J. Agardh.

CRUORIA Fries, J. Ag. spec.

(Fig. 3, A, B, C. *Cruoria adhærens* Cr.)

Les cystocarpes de ce genre sont très remarquables, ils sont formés par une grande quantité de spores rondes, agglomérées en une sphère et plongées dans un gélin; ils sont fixés au sommet des filaments et entourés par de petits ramules articulés qui leur forment une espèce d'involucre. La singularité de ce mode fructifère, qui a la plus grande similitude de forme et d'organisation avec celui que l'on observe dans le genre *Nemalion*, nous avait fait d'abord mettre notre *Cruoria adhærens* dans ce genre, avec lequel l'affinité est réellement très grande par ses cystocarpes; nous le maintenons néanmoins avec M. J. Agardh dans les *Squammariées*, tribu des *Cruoriées*. Nous avons senti le besoin de figurer surtout les cystocarpes de ce genre, afin de montrer les différences très grandes qui existent entre ceux du *Cruoria* et du *Contarinia*, de même que les tétraspores, pour que l'on pût comparer la différence de leur grosseur et de leur position sur les filaments.

CONTARINIA CRUORIÆFORMIS Crouan, nov. spec.

(Fig. 4, A, B, C, D.)

Fronde de 1 à 2 centimètres, d'un rouge pourpre, fixée par toute sa face inférieure aux petites branches du *Spongites coralloides* Cr., qu'elle entoure quelquefois entièrement; d'une épais-

seur très minime et égale, sinueuse sur ses bords, formée par des filaments simples, ou se bifurquant une ou deux fois, dressés, articulés, à articles inférieurs deux fois plus longs que larges, ceux du milieu deux fois et demie, ceux des sommets une fois; partant d'un stratum inférieur à filaments articulés s'irradiant vers la périphérie et reliés entre eux par un mucilage. Cystocarpes oblongs ou subconiques, formés par un tissu hyalin gélatineux, réticulé, renfermant des spores irrégulières de grosseurs différentes et nichées au milieu des filaments articulés dressés. Tétraspores elliptiques très petits, se séparant transversalement en quatre spores et fixés sur le côté des filaments vers leurs sommets.

Croît sur le *Spongites coralloides* Cr., dans la rade de Brest. Automne-hiver ; rare.

Par un premier examen, nous avions considéré le *Contarinia cruoriæformis* Cr., Algue tellement mince et petite que l'on ne peut en connaître l'organisation réelle que par une analyse sérieuse, comme étant une nouvelle espèce de *Cruoria*, parce que ses tétraspores, comme ceux du *Cruoria*, sont elliptiques-allongés et se séparent transversalement en quatre spores; mais ayant aperçu sur de nouveaux individus des cystocarpes tout à fait différents de ceux du *Cruoria*, nous étudiâmes de nouveau notre petite Algue avec plus d'attention, et nous vîmes que son organisation était celle d'un *Contarinia*, puisque nous observions que les filaments verticaux partaient des filaments horizontaux formant le stratum intérieur; caractère d'organisation qui ne s'observe pas dans le genre *Cruoria*.

Contarinia rosea Crouan, nov. spec.

(Fig. 5, A, B, C.)

Fronde rose pâle, d'un centimètre ou plus de largeur, plane, très mince, gélatineuse, adhérente par toute sa face inférieure; à stratum basal formé par des filaments horizontaux; à articles de deux à cinq fois plus longs que larges, disposés en lignes parallèles qui rayonnent vers la périphérie, où ils se bifurquent plusieurs fois et présentent vers cette partie des articles ovoïdes ou anguleux

qui ont de une à deux fois la longueur du diamètre. Ce stratum basal émet sur sa surface des séries de filaments verticaux très courts, plus gros à la base qu'au sommet, dressés, articulés, simples ou fourchus, obtus aux extrémités; ils sont formés par trois ou quatre articles dont l'inférieur et le supérieur sont aussi longs que larges, ceux du milieu deux fois plus longs. Cystocarpes...... Tétraspores elliptiques ou claviformes divisés transversalement en quatre spores, sessiles et fixés sur l'article inférieur des filaments. Ce stratum rampant, ainsi que les filaments verticaux qu'il supporte, sont immergés au milieu d'un gélin qui les relie, et donne à cette singulière Algue un aspect particulier.

Dragué dans la rade de Brest, sur des fragments de porcelaine. Hiver; très rare.

OBSERVATIONS SUR L'*Hæmatophlœa Crouani* J. Ag., spec. Cr.
(Fig. 6, A, B, C.)

Nous avons cru nécessaire de figurer l'organisation et la fructification de l'*Hæmatophlœa Crouani* J. Ag., formant la seconde section des *Hildenbrandtia* de son *Species Algarum*, non-seulement parce que le très rare *Hæmatophlœa Crouani* J. Ag. n'est pas l'*Hildenbrandtia rubra* Harvey (*Phyc. Brit.*, pl. 250), donné par erreur pour synonyme, et qui est très répandu sur nos côtes ainsi que sur celles de l'Angleterre, mais encore parce que sa fructification surtout est bien différente; ce qui nous fait croire que cette section devra être érigée en genre.

On voit facilement sur la surface de la fronde de l'*Hæmatophlœa* le sommet des tétraspores qui sont placés *verticalement*. Le tissu, vu sur des coupes très minces, est entièrement composé, dans cette zone de la fronde, de filaments soudés, ayant des articles une fois et demie plus longs que larges, qui présentent, vus par le sommet, un diamètre très petit par rapport aux tétraspores qu'ils entourent; le tissu se modifie là où se forment les tétraspores, et nous montre une différence avec celui sous-jacent, dont les cellules sont presque carrées : ce caractère d'organisation le différencie de celui de l'*Hildenbrandtia rubra* Harv. (*Hild. rosea* Kutz.), qui offre dans toute son épaisseur, sans exception aucune, un

tissu cellulaire régulier, à cellules très petites et du même diamètre. Ensuite dans l'*Hæmatophlæa*, les tétraspores occupent, à des distances régulières, tout le sommet de la fronde où l'on aperçoit très visiblement, à la surface de celle-ci, leurs extrémités; leur loge n'en renferme chacune qu'un seul, très gros comparativement à ceux de l'*Hildenbrandtia rubra* Harv., dont la fructification tétrasporique est formée par une utricule spéciale parfaitement sphérique (crypte), dans l'intérieur de laquelle rayonnent vers le centre des filaments hyalins (paranémates) simples ou fourchus, à la base desquels sont fixés des tétraspores oblongs zonés transversalement, très petits et très nombreux, disposés *horizontalement* sur plusieurs rangs superposés contre les parois de la crypte et rayonnant vers son centre, caractère de fructification très différent de celui de l'*Hæmatophlæa*.

EXPLICATION DE LA FIGURE.

PLANCHE 3.

N° 1. Dermocorynus Montagnei *Cr.*

A. Grandeur naturelle sur fragment de quartz.
B. Grossi à la loupe, avec ses cystocarpes et ses tétraspores.
C. Système inférieur, grossi 340 fois.
D. Coupe horizontale de la fronde, avec ses tétraspores, grossie 120 fois.
E. Coupe horizontale de la fronde, avec ses cystocarpes, grossie 120 fois.

N° 2. Dermocarpa violacea *Cr.*

A. Grandeur naturelle sur un fragment de porcelaine.
B. Fronde, avec sporanges, grossie 340 fois.
C. Sporanges murs, grossis 340 fois.
D. Sporules, grossies 340 fois.

N° 3. Cruoria adhærens *Cr.*

A. Cystocarpe, grossi 120 fois.
B. Tétraspore, grossi 120 fois.
C. Tétraspores, fixés aux filaments, grossis au microscope.

N° 4. Contarinia cruoriæformis *Cr.*

A. Grandeur naturelle, fixé sur le *Spongites*.
B. Filaments avec tétraspores, grossis 120 fois.
C. Filaments avec cystocarpes, grossis 120 fois.
D. Cystocarpe, grossi 340 fois.

N° 5. Contarinia rosea *Cr.*

A. Grandeur naturelle sur un fragment de porcelaine.
B. Tétraspores fixés aux filaments, grossis 340 fois.
C. Filaments horizontaux de la périphérie de la fronde, grossis 340 fois.

N° 6. Hæmatophlæa Crouani *J. Ag.*

A. Grandeur naturelle, fixé sur un fragment de brique.
B. Surface fructifiée de la fronde, grossie 120 fois.
C. Coupe verticale de la fronde, grossie 120 fois.

NOTE SUR QUELQUES CAS DE MONSTRUOSITÉ

[ET SPÉCIALEMENT

SUR LA ROSE VERTE,

Par M. Arthur GRIS.

La variété monstrueuse du *Rosa diversifolia*, connue des horticulteurs et des gens du monde sous le nom de *Rose verte*, offre aux yeux du botaniste un cas remarquable du phénomène tératologique auquel Goethe a donné le nom de métamorphose rétrograde. Les organes de la fleur se sont transformés en feuilles ; mais cette transformation n'est pas toujours complète, en sorte que, entre l'organe à l'état normal et la feuille qui en dérive, il se rencontre des formes intermédiaires nombreuses et variées, très dignes de l'attention du botaniste. Elles sont comme une démonstration élégante et palpable des idées justes que la science possède aujourd'hui sur la structure et sur la nature morphologique des étamines et des pistils.

Les sépales du calice ont, à peu de chose près, la forme et la structure de ceux des Roses normales (1). Les pétales sont parfaitement verts, dentés, finement ciliés, obovales et se terminant insensiblement en une sorte d'onglet court. Ils ont conservé leur position primitive et leur mode de préfloraison quinconciale, mais leur nervation est distincte de la nervation propre aux pétales du *Rosa diversifolia* normal. On voit dans la figure 10 (pl. 1) le réseau que forment les principales nervures.

Nous nous arrêterons plus longtemps sur l'androcée, dont M. Brongniart a déjà constaté la curieuse structure dans cette leçon

(1) On trouvera dans la *Flore des serres*, de Van Houtte, 1856, p. 129, dans l'*Horticulteur français* ainsi que dans l'*Algemeine Garten Zeitung* de Berlin, des figures et des observations par MM. Planchon, Decaisne, Dietrich et Alph. Lavallée, relatives à la monstruosité que je décris ici.

de son cours qu'il a consacrée à l'étude des monstruosités végétales. Il est représenté par un ensemble de feuilles dont la forme et la structure excessivement variées nous conduisent par des passages insensibles d'une étamine presque parfaite à une feuille staminale dont la forme est très analogue à celle des pétales verts dont je viens de parler. Il suffira de jeter les yeux sur la série des figures comprises entre la figure 9 et la figure 7 (pl. 1) pour comprendre cette curieuse dégradation d'un même organe, dégradation qui est d'autant plus profonde qu'on considère des étamines plus extérieures et plus rapprochées des pétales, avec lesquels elles se nuancent insensiblement.

Dans la figure 9 (pl. 1), l'étamine est presque parfaite; le filet n'a subi aucune modification, l'anthère a deux lobes contigus; chaque lobe est divisé en deux loges et celles-ci sont partiellement teintes en jaune. Le retour à la feuille se manifeste surtout par le développement foliacé du connectif.

Dans la figure 7 (pl. 1), l'étamine s'écarte davantage de son type normal. Outre que son sommet est foliacé, les deux lobes de l'anthère sont écartés l'un de l'autre et les loges internes de chaque lobe ne sont pas égales en longueur aux loges externes. Ces lobes étaient très faiblement teintés de rose pendant que la partie du connectif qui s'étend entre les deux lobes d'anthère et celle qui se prolonge au-dessus d'eux étaient parfaitement vertes.

Dans la figure 6 (pl. 1), le développement des lobes est très irrégulier. Les loges externes surtout sont très inégales et asymétriques, le limbe connectif étant très vert.

Le retour à la feuille est presque complet dans la fig. 5 (pl. 1); un renflement blanchâtre sur le bord gauche du limbe et la persistance du filet sont les derniers indices qui font de cet organe la grossière ébauche d'une étamine.

Enfin, dans la figure 4 (pl. 1), le filet s'élargit et ressemble à l'onglet d'un pétale. Il n'y a plus de renflement pollinifère. Le retour à la feuille est complet.

On voit dans les figures 3, 2, 1 (pl. 1) comment ce même organe revient peu à peu à la forme obovale des pétales foliacés que nous avons décrits plus haut; il faut remarquer ici que c'est

seulement au moment où la dernière trace de loge pollinifère disparaît et où le filet commence à s'élargir, qu'apparaissent des poils sur le bord des feuilles staminales.

Nous venons de considérer l'étamine revenant peu à peu d'un état presque complet et normal à l'état foliacé ; mais cette même série de transformations ne pouvons-nous pas réciproquement la parcourir dans un sens inverse, et, après avoir assisté au mode de réduction et de disparition des loges, étudier, pour ainsi dire, le mode d'apparition et de perfectionnement de ces mêmes loges ?

Nous voyons, en effet, l'onglet large et court des feuilles staminales externes qui ressemblent beaucoup aux pétales verts, s'allonger, se rétrécir, blanchir peu à peu pour se changer en filet à mesure que le limbe, se réduisant de plus en plus, se transforme en anthère. Ici, sur l'un des bords d'une feuille staminale, apparaît un renflement d'apparence glanduleuse. Là les deux bords de la feuille se sont épaissis, tandis que de chaque côté de la nervure moyenne s'étendent deux autres renflements de longueur variable. Enfin ces quatre bourrelets, devenant égaux en longueur et symétriques, forment deux lobes parallèles biloculaires. N'est-ce pas là une démonstration tangible des idées admises par les botanistes modernes sur la nature morphologique des étamines ? « L'anthère, dit A. de Saint-Hilaire, c'est le limbe de la feuille ou la lame du pétale. La substance qui se trouve entre les deux surfaces de la feuille, ou si l'on veut le mésophylle, devient la poussière fécondante, et la partie moyenne de la feuille dont la substance n'éprouve aucune altération fait le connectif. »

Si l'on ouvre l'un des renflements du limbe de la feuille staminale, on peut aisément s'assurer qu'il renferme une fine poussière jaunâtre ; si on le soumet à l'examen microscopique, on voit qu'une cavité creusée dans l'épaisseur du tissu cellulaire de la feuille staminale renferme des grains de pollen libres. La paroi externe de ces renflements est constituée par une couche de cellules épidermiques, et la cavité plus ou moins considérable où sont renfermés les grains de pollen est limitée par une couche de cellules fibreuses. Cependant ces anthères, dans les feuilles staminales les plus parfaites ou les moins dégradées que j'aie observées,

n'ont pas en général la structure anatomique propre à ce système d'organes. Ainsi le plus souvent les renflements ne présentent pas de points où la couche fibreuse interrompue pourrait permettre la libre sortie du pollen. Cependant on voit dans la figure 12 (pl. 1) que la couche fibreuse, très amincie en *a*, semble inviter la loge à s'ouvrir.

Il nous reste à parler des feuilles carpellaires.

Tandis que dans les Roses en général, elles sont insérées sur le fond seulement du réceptacle, dans la Rose verte, au contraire, elles n'occupent pas exclusivement cette même position, mais s'élèvent sur toute la hauteur des parois de la coupe réceptaculaire (1) (fig. 1, pl. 2). Ce fait constitue un argument de plus en faveur de l'opinion, généralement adoptée aujourd'hui, que ce prétendu tube du calice est bien une dépendance du rameau.

Chaque carpelle se compose d'une feuille verte dont les bords ne sont jamais complétement soudés. Ils forment une ouverture béante dans la partie ovarienne du carpelle, sont plus ou moins enroulés en une sorte de tube dans la partie stylaire, enfin s'épanouissent en général complétement au sommet, en sorte que le stigmate est représenté par une petite lame verte et mince plus ou moins dentée. Il arrive souvent que chacun des bords libres de la partie ovarienne de la feuille carpellaire porte un ovule bien constitué; quelquefois l'un des deux ovules est réduit à un simple mamelon celluleux ou bien l'un des bords n'en présente pas de traces. Ces bords sont plus ou moins repliés en dedans, en sorte que les ovules peuvent apparaître en dehors de la cavité ovarienne (fig. 3, 9, pl. 2), ou bien être reportés à l'intérieur de cette cavité béante, quand l'inflexion des bords en dedans est plus considérable. Dans ces deux cas, les ovules se développent toujours à l'air libre. Ils sont anatropes et disposés de façon que le micropyle regarde le sommet de la loge (fig. 7, pl. 2). J'ai rencontre assez souvent des ovules surmontés d'appendices particuliers qui m'ont semblé résulter du développement excessif du nucelle. Celui-

(1) Déjà, dans le *Rosa diversifolia* normal, les carpelles ont une tendance prononcée à s'élever sur les parois du réceptacle.

ci, après s'être allongé en une sorte de col, franchit le micropyle et s'épanouit au dehors en une expansion de forme variable et d'un tissu en général très fin. Le fait de l'existence de deux ovules collatéraux dans l'ovaire des Roses n'a pas, que je sache, été signalé jusqu'ici dans les ovaires adultes de ces plantes. Dans son *Traité d'organogénie comparée de la fleur*, M. Payer a montré qu'il existe à une certaine période du développement de la fleur du *Rosa alpina* un moment où l'ovaire renferme deux ovules collatéraux; l'un de ces deux ovules avorte bientôt.

Mais ce qu'il importe de considérer ici, c'est ce mode de dégradation de carpelles presque parfaits se réduisant à de véritables organes foliacés et stériles; c'est la présence de l'ovule sur le bord même de ces organes appendiculaires, et par conséquent la production de cet ovule par la feuille ovarienne elle-même sans qu'aucune partie axile semble y prendre part.

Les cas de monstruosité qui me restent à signaler m'ont été fournis par l'androcée de la fleur du *Macleya cordata*, cultivé au jardin du Muséum; ils nous présentent des faits d'un autre ordre. Ici nous allons observer dans un même organe un certain mélange de produits, qui nous indiquera les phases successives de la transformation de cet organe en un autre.

Ainsi, dans une fleur de ce *Macleya*, une étamine n'offrait qu'une seule loge normale à l'anthère, l'autre étant très réduite, irrégulière, sinueuse, et aboutissant par une de ses extrémités à la base d'un ovule monstrueux représenté par un corps central irrégulier (nucelle) qu'entouraient deux enveloppes courtes et évasées. L'anthère d'une autre étamine monstrueuse n'avait qu'une seule loge fertile, tandis qu'un renflement verdâtre occupant la place de l'autre loge portait deux ovules bien développés. Dans une autre fleur de ce même *Macleya*, je trouvai un ovaire supplémentaire appliqué sur l'une des faces de l'ovaire normal : c'était comme une feuille dont le limbe ouvert se terminait en haut en un appendice courbe papilleux (stigmatique), et en bas par un long pédicelle (filet de l'étamine transformée). Quatre ovules étaient insérés sur les bords épaissis du limbe (placentas). Il y en avait

trois sur l'un des bords et un seul sur l'autre : celui-ci étant dressé à l'extrémité d'un long funicule, les autres plus ou moins réfléchis. Ces ovules, ainsi développés à l'air libre, étaient munis de leurs deux enveloppes et d'un nucelle très saillant. Cet ovaire supplémentaire résultait de la transformation d'une étamine chez laquelle un limbe carpellaire avait remplacé le limbe staminal. Dans une autre fleur monstrueuse de la même plante, deux carpelles supplémentaires étaient groupés autour du carpelle normal : ils se rapprochaient plus de la forme extérieure du pistil central par le développement du limbe et le raccourcissement du support ; mais ils étaient encore largement ouverts : l'un présentait trois ovules, l'autre était complétement stérile. Mêlée aux étamines normales, il y avait encore dans la même fleur une étamine carpelle portée sur un long filet onduleux.

Ainsi, nous venons de voir l'anthère ou le limbe de la feuille staminale dans le *Macleya* porter à la fois des grains de pollen et des ovules ; nous venons de voir l'anthère, appareil mâle, se transformer complétement en carpelle, appareil femelle ; il y a donc entre ces deux appareils une communauté d'origine évidente, une organisation primitive très analogue, sinon identique, et si le carpelle du *Macleya* devait être considéré comme un organe en même temps axile et appendiculaire, ne devrions-nous pas admettre dans l'étamine une constitution organique semblable, c'est-à-dire une partie axile et une partie appendiculaire ? Ceci étant admis pour l'étamine, on serait conduit à l'admettre aussi pour les pétales, qui ont une si étroite parenté avec les étamines ; pour les sépales, pour les bractées, pour les feuilles elles-mêmes. Ce serait alors changer la définition des organes appendiculaires, et rien ne motiverait une semblable conclusion.

Tout ce que nous avons voulu prouver par l'étude de ces monstruosités, c'est que dans ces plantes, comme on l'a déjà montré dans plusieurs autres, les ovules naissent d'un organe appendiculaire prenant peu à peu tous les caractères d'une feuille sans intervention d'aucune partie qui lui soit étrangère.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 1.

En descendant la série des figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ou en allant de la circonférence vers le centre de la fleur, on voit comment on passe d'une feuille staminale verte à une étamine presque parfaite ; en remontant cette même série, ou en allant du centre de la fleur à la circonférence, on voit l'étamine presque à l'état normal se transformer en une véritable feuille verte par une suite de dégradations insensibles.

Fig. 1, 2, 3, 4. Feuilles staminales extérieures.

Fig. 5, 6, 7. Feuilles staminales plus internes.

Fig. 5. La feuille staminale est munie d'un filet et complétement dépourvue de poils sur ses bords. Sur le bord *a* du limbe il existe un renflement blanchâtre pollinifère.

Fig. 6, 7. Le limbe de la feuille staminale présente quatre renflements inégaux et asymétriques, *a*, *b*, *c*, *d*.

Fig. 8, 9. Feuilles staminales internes.

Fig. 8. Les renflements ou lobes de l'anthère sont symétriques contigus, mais séparés deux à deux par un large connectif.

Fig. 9. Les deux paires de lobes sont contiguës, l'anthère est presque parfaite.

Fig. 10. Un des pétales verts pour montrer le mode de distribution des nervures principales.

Fig. 11. Coupe transversale de l'anthère d'une feuille staminale interne. *p*, grains de pollen.

Fig. 12. Coupe transversale de l'anthère d'une feuille staminale interne. *cf*, cellules fibreuses ; *p*, grains de pollen ; *a*, point où la couche fibreuse très amincie semble inviter la loge à s'ouvrir.

PLANCHE 2.

Fig. 1. Coupe longitudinale du réceptacle de la fleur pour montrer l'insertion des feuilles carpellaires, *cp*, sur toute la hauteur des parois de la coupe réceptaculaire. *s*, sépales.

Fig. 2. Coupe transversale d'une feuille carpellaire dans sa partie ovarienne et de l'ovule *ov*, né sur l'un de ses deux bords.

Fig. 3. Une feuille carpellaire dont un des bords replié en dedans porte un ovule horizontal *ov*.

Fig. 4. Feuille carpellaire ; *ova*, cavité ovarienne ouverte ; *st*, cavité stylaire ; *styg*, épanouissement du sommet du limbe en une petite lame verte représentant le stigmate.

Fig. 5. Coupe transversale d'une feuille carpellaire dans sa partie ovarienne et des deux ovules collatéraux, *ov*, nés sur ses bords.

Fig. 6. Un ovule présentant un développement excessif et anormal du nucelle qui se prolonge en dehors sous forme d'une expansion celluleuse *m*.

Fig. 7. Coupe longitudinale d'une feuille carpellaire.

Fig. 8. Un carpelle pris dans le *Rosa diversifolia* normal.

Fig. 9. Une feuille carpellaire présentant les deux ovules collatéraux nés sur ses bords et contenus dans la cavité ovarienne béante.



NOTICE SUR LE DÉVELOPPEMENT

DU

PSILONIA BUXI ET DU *CHÆTOSTROMA BUXI.*

Par M. L. DEBAT.

Si l'on examine au mois de juin la partie inférieure des feuilles sèches du Buis, on remarque qu'elles sont souvent recouvertes d'une poussière rose tendre : cette poussière, au lieu d'être disséminée, est agglomérée en petits amas globuleux qui paraissent reposer sur un mycélium rayonnant.

Ces amas ou sores constituent un champignon de l'ordre des Urédinées, et que l'on appelle *Psilonia Buxi*. En voici, d'après les auteurs, les principaux caractères lorsqu'il offre son complet développement.

Réceptacle disciforme, cellulo-membraneux, sessile, mesurant environ $0^{mm},12$ de diamètre, placé sur un stroma celluleux duquel s'élèvent en nombre innombrable des filaments droits, simples, ou cloisonnés, hyalins, roides, en alène ou tronqués brusquement de $0^{mm},006$ de diamètre, les uns extérieurs au réceptacle, deux ou trois fois plus longs que lui, écartés, dressés, en nombre limité; les autres intérieurs, très nombreux, terminés par des spores très fines, ovales, de $0^{mm},02$ de longueur sur $0^{mm},01$ de largeur, rose tendre.

Il nous a semblé que les filaments intérieurs étaient terminés non par une spore unique, mais par un chapelet de spores. Toutefois ce fait devra être l'objet de nouvelles observations.

Sur les mêmes feuilles, et généralement associé au précédent, on rencontre un autre champignon désigné par Corda sous le nom de *Chætostroma Buxi*, placé à tort par lui dans les Trichosporés, puisqu'il renferme de véritables thèques.

En voici la description :

Conceptacle pyriforme, cellulo-membraneux (grand diamètre, $0^{mm},24$; petit diamètre, $0^{mm},18$), placé sur un stroma celluleux sans mycélium apparent, hérissé de poils roides, épars, hyalins, de longueur variable, en général moindre que celle du conceptacle; sans ostiole apparent, paraissant toutefois s'ouvrir par l'extrémité supérieure conique, obtuse; laissant échapper une multitude de thèques insérées sur la paroi intérieure et celluleuse du conceptacle: thèques presque sessiles, longues de $0^{mm},06$, larges de $0^{mm},006$, rapidement absorbées, contenant huit spores, d'abord unies entre elles par un mucilage, puis nageant librement dans le liquide du porte-objet; spores ovales-allongées, de $0^{mm},01$ sur $0^{mm},003$, renfermant de deux à quatre granules.

Conceptacles jaune brunâtre.

La rapide absorption des thèques a dû faire croire à leur absence; mais il est facile de les reconnaître dans les conceptacles encore jeunes. Quand la maturité est complète, toute trace de thèques a disparu; mais les spores restent encore quelque temps adhérentes entre elles dans la même position qu'elles occupaient à l'intérieur des thèques.

Les deux champignons que nous venons de décrire ont toujours, si je ne me trompe, été distingués par les auteurs, et considérés comme deux genres différents. Les observations qui vont suivre, et que je crois faites avec exactitude, ont pour objet d'établir que le *Psilonia* est la forme primaire du *Chætostroma.*

Les considérations de cohabitation et de succession que M. Tulasne a fait valoir dans son Mémoire sur les Urédinées (*Annales des sc. nat.*, t. II, 4e sér.) ont, dans le cas qui nous occupe, toute leur importance.

Il est facile, en effet, de s'assurer que lorsque les *Psilonia* commencent à apparaître, ils existent seuls, sans mélange de *Chætostroma*. Plus tard, quand leurs spores se sont épanchées au dehors du réceptacle, les feuilles qui en sont couvertes présentent un assez grand nombre de *Chætostroma;* mais ceux-ci sont généralement alors peu avancés dans leur développement. Les conceptacles n'ont point encore acquis toutes leurs dimensions; à l'intérieur

existe un magma mucilagineux au milieu duquel s'organisent les thèques et les spores peu distinctes.

Attendons quelques jours, et nous n'apercevons plus aucune trace de *Psilonia*. Toute poussière rose a disparu : en revanche une foule de conceptacles jaune brun, aux poils roides, apparaissent sur la feuille; et ces conceptacles ont cette fois leur plein développement : dans plusieurs les thèques sont déjà résorbées et les spores libres.

Cette simple observation, quelque superficielle qu'elle puisse paraître, nous conduirait, avec une certaine probabilité, à admettre la transformation successive du *Psilonia* en *Chætostroma*, mais nous pouvons invoquer des faits plus concluants, et qui doivent, je crois, lever toute incertitude.

Si l'on observe le *Psilonia* au moment où il laisse échapper de son réceptacle la masse de ses spores, on remarquera fréquemment que ses filaments hyalins offrent à cette époque des apparences singulières. A une certaine hauteur de leur point d'insertion se montre un renflement qui, d'abord presque insensible, atteint et dépasse quelquefois trois ou quatre fois leur diamètre. La figure 2 nous montre trois de ces filaments offrant cette disposition. Ils appartiennent aux filaments extérieurs, chez lesquels il est plus facile de suivre les phases du phénomène et de s'en rendre compte.

Il est à remarquer que lorsque le renflement a pris un certain accroissement, la partie supérieure du filament tombe, et l'on a sous les yeux l'apparence d'une grosse spore à l'extrémité d'un long pédicelle.

Les figures 3 et 4 nous représentent plusieurs de ces filaments isolés du stroma celluleux sur lequel ils sont implantés. Dans la figure 3, il y a deux renflements, et il se forme visiblement à l'intérieur une cavité circonscrite dans laquelle commencent à apparaître des globules. Dans la figure 4, l'extrémité des filaments est tombée : la cellule intérieure est encore mieux distincte et les apparences d'organisation plus complètes.

Un grand nombre de filaments intérieurs se renflent aussi à leur extrémité. La figure 5, dans laquelle le réceptacle est étalé par

suite de sa compression entre deux lames de verre, nous offre sur les contours une multitude de cellules arrondies situées à l'extrémité des filaments placés à l'intérieur du réceptacle.

Dans la figure 6, quelques-uns de ces filaments ont été isolés.

Nous avons déjà dit que ces filaments, avec leurs renflements terminaux, avaient tout à fait l'apparence d'une spore pédicellée. L'apparence ne tarde pas à être la réalité. Chacun de ces renflements devient en effet une cellule parfaitement close, un véritable sporange dans l'intérieur duquel se développe une spore formée d'une membrane épisporique et remplie d'un liquide mucilagineux rendu opaque par une multitude de granulations très fines.

Ce sporange se rompt irrégulièrement et laisse échapper sa spore. La figure 5 nous montre quelques-unes de ces spores libres avec leur épispore très distinct et leur contenu granuleux presque opaque.

Il nous a semblé qu'en général les filaments extérieurs donnaient naissance à des spores assez volumineuses ; mais en revanche ils avortent souvent. Les filaments intérieurs produisent au contraire un grand nombre de spores parfaites, mais plus petites que les précédentes. Nous n'avons pu néanmoins apercevoir aucune différence entre les spores, qu'elles proviennent des filaments extérieurs ou des filaments centraux. Il y a donc lieu de les considérer les unes et les autres comme des organes exactement semblables.

Dès que la spore s'est échappée de son sporange, elle ne tarde pas à germer; cette germination s'opère au sein même du réceptacle où elle a pris naissance. Sur le porte-objet du microscope il n'est pas rare d'apercevoir, nageant au milieu du liquide interposé entre les lames de verre, un grand nombre de ces spores dont la germination est à divers degrés de développement. La figure 7 nous montre une spore dont une des extrémités commence à s'allonger. Toutefois il ne faut pas s'attendre à la voir émettre un tube plus ou moins long. La germination se manifeste par un développement cellulaire qui se produit autour de l'allongement. La spore grossit de volume. Il est rare de rencontrer dans le même réceptacle de *Psilonia* un grand nombre de ces spores germées. Trois

ou quatre au plus grossissent aux dépens des autres qui disparaissent peu à peu; il est même assez commun de n'en voir qu'une seule. La figure 8 nous montre ce dernier cas. On y voit que la spore, après avoir acquis une grande augmentation de volume, repose sur un amas celluleux d'où partent quelques filaments hyalins et assez courts. Tout me porte à croire que ces filaments ne sont pas produits directement par la spore, mais sont les débris du stroma du *Psilonia* dont la plus grande partie a été résorbée pour la nourriture du nouvel être. Ces filaments ne tardent pas en effet à disparaître eux-mêmes, et en même temps que le stroma celluleux augmente de dimension et d'opacité, une couche de cellules plus ou moins opaques recouvre la spore entière; quelquesunes font saillie sur les autres et représentent des poils courts et hyalins. A ce moment on a sous les yeux l'apparence de la figure 9, où l'on reconnaît sans peine, mais dans des proportions réduites, le *Chætostroma* de la figure 1 .

Il suffit d'ailleurs de quelques observations pour trouver toutes les séries de grandeur entre l'apparence de la figure 9 et celle de la figure 10.

Nous croyons avoir parfaitement démontré, par l'exposé des faits qui précèdent, la transformation successive du *Psilonia* en *Chætostroma*. Nous en résumerons en peu de mots les conséquences.

Dans les spores roses, ovales du *Psilonia*, nous voyons les conidies d'une forme plus parfaite. Les filaments à spores qui succèdent à leur dissémination en seront les stylospores, et cette forme parfaite sera un conceptacle thécigère.

Cet exemple curieux nous confirmera dans la pensée que la plupart, peut-être même la totalité des Urédinées, ne sont que des formes éphémères dont l'évolution aboutit à une création d'un ordre différent. Si nous avons réussi à faire partager notre opinion à nos lecteurs, nous serons heureux d'avoir contribué pour une modeste part à propager les idées nouvelles émises à ce sujet par des hommes compétents.

Ce qui précède était déjà écrit lorsque de nouvelles observa-

tions nous ont édifié sur un point qui pourrait être contesté, savoir, l'existence des thèques dans le *Chætostroma*.

Les spores de ce champignon naissent dans une masse mucilagineuse, allongée, et dont la partie extérieure plus résistante présente l'aspect d'une membrane. Toutefois, comme on ne voit point de ligne de démarcation distincte entre cette couche externe et le protoplasma intérieur, il serait peut-être plus convenable de n'y voir qu'une modification particulière de ce protoplasma, une condensation plus considérable de la matière organisée. Il n'y aurait pas de thèques à proprement parler, en ce sens que les spores ne naîtraient point dans un protoplosma distinct et nettement isolé d'une enveloppe externe. Toutefois, comme les spores du *Chætostroma* s'organisent pour ainsi dire sous la protection d'une couche assez tenace pour résister aux efforts de traction opérés pour la désorganiser, on est fondé à donner à cette couche le nom de thèque dont elle remplit les fonctions jusqu'à ce que les spores soient arrivées à un développement suffisant.

A cette époque, elle est absorbée et disparaît en même temps que le protoplasma qui a formé les spores.

Ces explications m'ont paru nécessaires pour justifier une assertion que des observations d'abord incomplètes m'avaient fait admettre un peu légèrement.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 5.

Fig. 1. *Psilonia Buxi*, comprimé entre deux verres. Les longs filaments sont extérieurs ; *s*, quelques spores ou conidies.

Fig. 2. Portion du même champignon montrant trois filaments avec leurs renflements. Dans le filament *f*, la partie supérieure au renflement est tombée.

Fig. 3. Un filament détaché offrant deux renflements. On aperçoit dans le renflement supérieur quelques granulations et une apparence de cloisonnement.

Fig. 4. Deux filaments isolés. Ils ont déjà perdu leur partie supérieure. La formation d'une cellule y est manifeste dans le renflement. Il y a aussi un commencement d'organisation de la spore.

Fig. 5. Réceptacle du *Psilonia* étalé par la compression entre deux verres : *a* représente une spore nettement formée à l'intérieur d'un filament externe. La partie supérieure vient de s'en détacher et se voit en *b*. Les autres spores qu'on voit sur le pourtour appartiennent aux filaments internes et y sont adhérentes ; *c*, *d*, *e*, spores libres.

Fig. 6. Quatre filaments internes ou stylospores isolés.

Fig. 7. Spore germant.

Fig. 8. Spore germant plus avancée. On voit à sa base le stroma celluleux et quelques filaments, débris d'un réceptacle du *Psilonia*.

Fig. 9. La même, plus développée. Les filaments de la base ont disparu. La masse cellulaire s'est agrandie et recouvre la spore entière, qu'elle rend opaque. Quelques cellules, allongées en forme de poils, hérissent la spore.

Fig. 10. *Chætostroma Buxi*.

Fig. 11. Le même, fendu irrégulièrement et laissant échapper des thèques. Toutes ces figures sont dessinées au grossissement de 300 diamètres.

Fig. 12. *s*, spores libres du *Chætostroma* ; *t*, *t*, *t*, *t*, thèques à extrémité supérieure brusquement tronquée, et renfermant chacune huit spores ; *t'*, thèque où les spores sont en voie de formation ; *t''*, thèque vide. Cette figure est idéale, les thèques étant résorbées rapidement.

La figure 12 est dessinée au grossissement de 400 diamètres.

DESCRIPTION

DE

QUELQUES NOUVELLES DIATOMÉES

OBSERVÉES DANS LE GUANO DU PÉROU,

FORMANT LE GENRE *SPATANGIDIUM*,

Par M. Alphonse BRÉBISSON.

Lorsque je vous ai annoncé, il y a déjà quelque temps, les recherches que j'avais entreprises en me livrant à l'examen des nombreuses Diatomées que renferme le guano du Pérou, vous avez bien voulu me faire espérer une place dans le recueil que vous publiez. Pour répondre à l'accueil favorable que vous daignez promettre à mon travail, j'aurais désiré vous le présenter moins incomplet, afin qu'il fût plus digne de votre attention. Ces investigations sont beaucoup plus étendues que je ne l'avais pensé, et cependant j'ai regretté de n'avoir pas été à même d'étudier également les divers guanos dont l'emploi a été si justement apprécié en agriculture depuis quelque temps.

Ces engrais, si riches en matières azotées fertilisantes, sont fournis, comme on le sait, par des amas considérables d'excréments d'oiseaux aquatiques qui les ont déposés depuis des siècles sur des îles et des rochers inhabités, principalement dans le nouveau monde. D'immenses quantités de Diatomées couvrent les expansions foliacées des Algues marines, les écailles des poissons, les enveloppes des mollusques; un grand nombre de ces animaux, de ces plantes, servent de nourriture aux oiseaux de mer. Alors les Diatomées, ces êtres microscopiques, dont l'enveloppe siliceuse peut résister aux agents chimiques les plus éner-

giques, triomphant des causes naturelles de destruction, se retrouvent en abondance au milieu de ces dépôts anciens.

Cette prodigieuse conservation d'êtres si minimes, dont j'ai parlé ailleurs, a été si souvent l'objet de l'admiration des naturalistes, que je ne m'arrêterai pas plus longtemps sur ces considérations.

Par l'emploi de divers acides, par de nombreux lavages, on parvient à enlever la matière azotée du guano et à mettre à nu les Diatomées que cet engrais renferme en si grand nombre.

C'est particulièrement sur le guano du Pérou, le plus répandu dans le commerce, que j'ai fait le plus d'expériences et que j'ai observé la plus grande variété de Diatomées. M. Bourgogne, manipulateur expérimenté, dont les belles préparations ont une si juste réputation, a trouvé dans les guanos d'Ichaboe et de Bolivie une grande quantité d'espèces précieuses dont il a toujours enrichi ma collection avec un rare désintéressement.

Avec toutes ces ressources, j'avais l'espoir de publier un ensemble d'observations assez étendu pour présenter quelque intérêt, même en me bornant à l'examen du guano du Pérou, dans lequel j'avais trouvé plus de cent espèces (1). Je n'ai pas tardé à reconnaître combien cette entreprise était au-dessus de mes forces, et que, malgré la liste assez nombreuse d'espèces que je suis à même de présenter, il me serait impossible d'offrir un travail un peu complet. Ce champ d'exploration est trop vaste pour en apercevoir les limites; je me contenterai d'offrir seulement ici un premier fragment de mon travail général. Cet essai sera l'exposition d'un genre de Diatomées que je crois nouveau, et pour lequel je propose le nom de *Spatangidium*. Ce nom est destiné à rappeler la forme de certains Échinodermes de la division des Échinides ou Oursins. Les Spatangues se distinguent par une bouche excentrique, c'est-à-dire plus rapprochée d'un côté du bord. De cette bouche partent des rayons divergents auxquels, dit Lamarck, on a donné le nom d'ambulacres, par comparaison d'une allée

(1) M. Ehrenberg, dans son *Mikrogeologie*, n'indique que cinq espèces de Diatomées dans ce même guano.

de jardin. Sur la carapace des Diatomées dont je vais parler, se présentent des rayons analogues, partant également d'un point excentrique, et pour lesquels j'adopterai le nom d'*ambulacres*. Ils forment des lignes lisses qui traversent le disque réticulé ou granulé de l'enveloppe de ces Diatomées.

Je n'ai pas la prétention de donner cet opuscule comme une monographie des Spatangidies, mais je veux seulement offrir des descriptions très succinctes de quatre espèces de Diatomées que je crois nouvelles, et qui me semblent devoir fournir un genre particulier qui fera partie du groupe des Coscinodiscées de M. Kutzing.

I. — Spatangidium, Breb., mss.

S. lorica simplex, bivalvis, suborbicularis, valvula una convexiore. Discus cellulosus vel granulosus uterque stellæ excentricæ radiantis notatus, radiis (ambulacris) levibus.

Les Spatangidies sont des Diatomées à carapace composée de deux valves orbiculaires ou elliptiques. Le diamètre des plus grandes espèces atteint à peine 6/100es de millimètre. L'une des valves est à peu près plane; l'autre est plus ou moins bombée. Elles portent toutes les deux, non à leur centre, mais plus près d'un côté de la circonférence, une étoile à rayons (ambulacres) lisses, qui tranchent sur la surface réticulée ou granulée du reste du disque. La position excentrique de cette étoile discoïdale est le caractère le plus important qui distingue les espèces de ce genre des *Asteromphalus*, Ehrenb., dont la carapace présente aussi une étoile rayonnante, mais toujours centrale. En examinant les dessins des diverses espèces d'*Asteromphalus* donnés par M. Ehrenberg, soit dans les *Rapports mensuels de l'Académie des sciences de Berlin* (juin 1844), soit dans le *Mikrogeologie*, on reconnaît que les ambulacres, dans ce dernier genre, ont une disposition tout à fait différente. Dans les Astéromphales, la carapace est complétement circulaire, avec une étoile centrale dont les rayons ont une base élargie, diaphane, aussi longue que la partie atténuée qui atteint la circonférence.

Un caractère commun aux deux genres *Asteromphalus* et *Spatangidium* existe dans la conformation de l'ambulacre médian, toujours plus long, plus étroit, sur la base duquel viennent s'implanter les bases élargies des autres ambulacres. Mais, je le répète, ce point d'où rayonnent les ambulacres est central dans les Astéromphales, et toujours excentrique dans les Spatangidies. Pour qu'il fût possible de réunir quelques espèces du genre *Asteromphalus* d'Ehrenberg aux Spatangidies, il faudrait admettre que le dessinateur n'aurait pas remarqué la position excentrique de l'étoile discoïdale des Spatangidies et la forme de leurs ambulacres, ce que l'on peut d'autant moins supposer que M. Ehrenberg lui-même est l'auteur des dessins indiqués.

Quelquefois, en examinant sous le microscope des caractères de Spatangidies, on aperçoit, près des lignes bien marquées des ambulacres, des traces moins apparentes qui semblent alterner avec ces lignes. Cet effet est dû à la transparence de l'enveloppe, qui permet de voir au travers de la valve supérieure le dessin que porte celle qui est au-dessous. Pour éviter cette source d'erreur, je me bornerai à donner le dessin d'une seule valve.

J'ai reconnu, jusqu'à présent, quatre espèces du genre *Spatangidium* dans le guano du Pérou.

II. — Spatangidium Arachne, Breb., mss.

S. disco celluloso, reticulato, ambulacris quinis levibus, gracilibus, medio longiore, duobus brevioribus basi arcuatis. (Pl. 4, fig. 1.)

Pour bien reconnaître la contexture des *Spatangidium*, il est nécessaire que leur test soit préparé avec le baume du Canada, de manière à lui donner toute la transparence possible.

Le *Spatangidium Arachne* est très convexe; les ambulacres, au nombre de cinq, sont grêles, surtout celui du milieu, qui est le plus long; leur base est plus ou moins dilatée : celle de l'ambulacre médian est la plus large, et sur les côtés sont insérés les rayons latéraux, les deux plus courts sont peu renflés dans le bas.

Le disque, quoique à peu près orbiculaire, semble s'allonger vers le sommet de l'ambulacre médian et être plus brièvement arrondi dans le bas, dans la partie qui avoisine les deux ambulacres plus courts. Cette disposition générale se retrouve plus ou moins dans les autres Spatangidies.

C'est l'espèce qui se rencontre le plus fréquemment dans le guano du Pérou.

III. — Spatangidium heptactis, Breb., mss.

S. disco celluloso, reticulato, ambulacris septenis levibus, subarcuatis, obtusis, medio recto longiore, gracili. (Pl. 4, fig. 2.)

Les Diatomées à disque radié étant sujettes à varier par le nombre de leurs rayons, je n'attacherais que peu d'importance à la différence qui sépare cette espèce de la précédente, si les caractères qui la distinguent consistaient dans la présence de deux ambulacres de plus.

Dans le *Spatangidium heptactis*, les rayons sont plus larges, obtus, les latéraux un peu courbés; leurs bases, très dilatées, sont séparées par des lignes à sinuosités anguleuses. Les deux ambulacres inférieurs sont insérés au-dessous de la base du médian. Dans le *Spatangidium Arachne*, l'insertion des deux ambulacres inférieurs est située sur les côtés de la base élargie de l'ambulacre médian.

Le tissu du disque semble être à mailles un peu plus larges que dans l'espèce précédente.

IV. — Spatangidium flabellatum, Breb., mss.

S. disco tenuissime reticulato, ambulacris undenis, medio longiore, aliis radiantibus basi dilatatis, summo attenuatis, subarcuatis. (Pl. 4, fig. 3.)

La texture du disque est très fine et non celluleuse, comme dans les espèces précédentes. Elle paraît très légèrement granulée, et les points des lignes qui bordent les ambulacres sont à peine distincts. Ces rayons, au nombre de onze, ont des bases élargies, lisses et rapprochées, qui forment une tache diaphane, oblongue,

excentrique, du milieu de laquelle sort l'ambulacre médian dont la base est longuement épaissie, mais non dilatée en un appendice cunéiforme, comme la partie inférieure des autres ambulacres, qui sont brusquement atténués et prolongés en rayons quelquefois un peu courbés au sommet.

Cette espèce semblerait se rapprocher du genre *Asteromphalus*, si la position excentrique du point de rayonnement de ses ambulacres ne l'en distinguait pas au premier aspect.

Quand les carapaces de cette Diatomée sont vues sous le microscope, préparées à sec sans être imprégnées de baume, leur disque présente une belle couleur brune sur laquelle tranche une élégante étoile diaphane.

V. — Spatangidium peltatum, Breb., mss.

S. tenellum, disco subpunctulato, ambulacris denis radiantibus subpinnatis, medio lineari longiore, uno opposito brevi, basi dilatatis, summo attenuatis. (Pl. 4, fig. 4.)

Cette espèce, plus petite que les précédentes, est très délicate, et si transparente, qu'il est souvent assez difficile de la trouver et de bien saisir ses détails sur le porte-objet. Son disque est à peine ponctué, et il faut un fort grossissement du microscope pour découvrir quelques granulations. Elle ressemble un peu au *Spatangidium flabellatum*, mais son étoile n'a que dix rayons et sa consistance est différente.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 4 (B).

Fig. 1. *Spatangidium Arachne.*
Fig. 2. — *heptactis.*
Fig. 3. — *flabellatum.*
Fig. 4. — *peltatum.*

Tous ces dessins sont faits à un grossissement de 500 diamètres.

DE LA STRUCTURE ET DU MODE DE FORMATION

DES GRAINES BULBIFORMES

DE QUELQUES AMARYLLIDÉES,

Par M. Ed. PRILLIEUX.

On sait que plusieurs plantes de la famille des Amaryllidées, appartenant au genre *Crinum* et aux genres voisins, portent des graines dont la forme irrégulière, le volume excessif et la structure toute spéciale ont attiré, depuis longtemps déjà, l'attention des botanistes. On les a comparées à des bulbilles, et l'on a pu les nommer très justement *graines bulbiformes*.

Dès l'année 1810, l'illustre Robert Brown (1) donnait sur leur organisation des détails précis; il décrivait les graines bulbiformes des *Crinum*, *Amaryllis* et *Calostemma*, comme formées d'une substance charnue entièrement celluleuse et dépourvue de vaisseaux.

Quelques années plus tard (1816), il revenait avec plus de détails sur ce sujet, et modifiait complétement sa première assertion (2). Après avoir indiqué d'abord que, dans quelques espèces de *Pancratium*, de *Crinum* et d'*Amaryllis*, les graines se séparent de la plante avant que l'embryon soit visible, il rappelle que dans un précédent travail il a décrit les graines de ces plantes comme dépourvues de vaisseaux; mais il déclare qu'un examen attentif de celles des graines, du moins, dont la séparation précède la formation visible de l'embryon, lui a montré des vaisseaux spiraux très visibles qui pénètrent par l'ombilic, se ramifient d'une façon singulière sur la substance de la masse charnue et

(1) Rob. Brown, *Prodr. Fl. Nov. Hollandiæ*, p. (297) 153, ed. Nees v. Esenbeck (*Brown's vermischte botanische Schriften*).

(2) Rob. Brown, *On some Remarkable Deviations from the Usual Structure of Seeds and Fruits.*, in *Linn. Trans.*, vol. XII, p. 149 (vol. II, p. 756 et 757, ed. nees v. Esenbeck). — Le passage, traduit en entier en français par M. Decaisne, est rapporté dans le *Bull. de la Soc. botan. de France*, t. V, p. 18.

paraissent avoir une certaine relation avec la cavité centrale dans laquelle se formera plus tard l'embryon.

Longtemps après la publication de ces observations de Rob. Brown, Ach. Richard publiait (en 1824), sous le titre d'*Observations sur les prétendus bulbilles qui se développent dans l'intérieur des capsules de quelques Crinum* (1), un Mémoire où il combattait l'opinion qui s'était répandue, malgré les travaux de Brown, que les graines des *Crinum* se changent en bulbilles. Il fit germer les graines bulbiformes de plusieurs espèces de *Crinum*, et montra qu'elles contiennent un embryon capable de se développer à la manière ordinaire des embryons monocotylés. Il confirma en outre les premières observations de Brown en ce qui touche à la structure anatomique de ces graines, en déclarant de nouveau qu'elles sont formées d'une masse charnue dans laquelle on ne trouve point de vaisseaux.

Enfin M. Baillon vient, dans un récent travail (2) où il a étudié le mode de formation de graines bulbiformes de l'*Hymenocallis speciosa*, de montrer qu'elles contiennent de nombreux faisceaux vasculaires disposés à l'extérieur de la masse charnue de la graine, ainsi que l'avait indiqué Brown dans son mémoire *Sur les déviations de la structure normale des graines*.

Quand on rapproche les unes des autres toutes ces observations, en apparence contradictoires, on doit, ce me semble, être fort tenté d'en tirer cette conclusion, que les graines des Amaryllidées n'ont pas toutes la même structure, que les unes sont munies d'un système particulier de faisceaux vasculaires, tandis que les autres en sont dépourvues.

L'observation directe m'a permis de m'assurer de la justesse de cette supposition. J'ai vu très facilement dans les graines de plusieurs *Pancratium* ou *Hymenocallis* les faisceaux vasculaires que M. Baillon a exactement décrits, tandis que j'ai vainement cherché des vaisseaux dans les graines des *Crinum erubescens*, *C. capense*, *C. taitense*, *C. giganteum*, de l'*Amaryllis Bella-*

(1) *Ann. des sc. nat.*, 1re série, t. II, p. 12.

(2) *Organogénie des graines charnues de* l'Hymenocallis speciosa, par M. H. Baillon (*Bull. de la Soc. botan. de France*, t. IV, p. 1020).

dona, etc. Elles sont toutes formées seulement de tissu cellulaire, ainsi que Richard l'avait très justement dit des graines de plusieurs *Crinum* dans le Mémoire que j'ai rappelé plus haut. Je crois donc pouvoir regarder comme démontrée cette première proposition, qui n'avait pas été, je crois, nettement formulée jusqu'à ce jour :

Les graines bulbiformes des Amaryllidées diffèrent les unes des autres par leur structure anatomique; les unes contiennent des vaisseaux, les autres en sont dépourvues.

Quel est le mode de formation de ces graines? Quelles sont les parties de l'ovule qui contribuent à former la masse charnue à laquelle elles doivent cet aspect singulier qui les a fait comparer à des tubercules? M. Baillon a répondu à cette question en ce qui touche aux graines bulbiformes munies de vaisseaux, en décrivant l'organogénie de celles de l'*Hymenocallis speciosa* (*Pancratium speciosum*). Il a vu dans cette plante deux enveloppes naître successivement autour du nucelle, puis l'ovule entier exécuter un mouvement anatropique. D'après ses observations, le nucelle est creusé d'un long sac embryonnaire étroit où se développe un embryon qui occupe le sommet de cette cavité. A partir de ce moment, le nucelle ne prend plus qu'un accroissement peu considérable, mais les enveloppes s'épaississent beaucoup et contribuent à former la plus grande partie de la graine. C'est dans l'intérieur de la primine que se développent les vaisseaux. En résumé, selon M. Baillon, la masse charnue de la graine est formée par la primine et la secondine très épaissies et soudées ensemble, et confondues avec le nucelle, qui ne prend qu'un médiocre développement.

J'ai pu répéter moi-même ces observations qui m'ont paru généralement exactes. Il est un point, toutefois, sur lequel je ne partage pas la manière de voir de M. Baillon. Je ne crois pas que la secondine contribue plus que le nucelle à la formation de la masse charnue de la graine, qui est due, selon moi, au développement excessif de la primine seule.

M. Hofmeister, dans un travail récent (1), décrit la formation

(1) Hofmeister, *Uebersicht neuer Beobachtungen der Befruchtung und Embryobildung der Phanerogamen*, p. 94.

des graines bulbiformes des *Amaryllis*, à peu près de la même façon; toutefois il ne reconnaît à l'ovule de ces plantes qu'un seul tégument.

« Parmi les Amaryllidées, dit-il, plusieurs espèces, peut-être toutes celles qui forment le genre *Amaryllis*, offrent une anomalie singulière; la formation de l'endosperme n'y est que transitoire et fort peu considérable, l'embryon remplit toute la cavité du sac. Au contraire, le tégument unique des ovules prend un très grand développement et acquiert une épaisseur extraordinaire. Dans l'*Amaryllis longifolia*, par exemple, ce tégument se présente sous la forme d'une masse homogène d'un tissu cellulaire blanc verdâtre, épais de plus d'un demi-pouce, qui enveloppe de toute part l'embryon très développé. Les couches extérieures de cellules du tégument se dessèchent et forment une pellicule brunâtre. »

Dans un autre Mémoire (1), M. Hofmeister s'exprime à peu près de même; mais au lieu de l'*Amaryllis longifolia* (*Crinum capense*), c'est l'*Amaryllis longiflora* (*A. ambigua*, *Hippeastrum ambiguum*) qu'il cite. Comme j'ai observé dans l'*Amaryllis longifolia* (*Crinum capense*) des faits tout différents de ceux qu'a décrits M. Hofmeister, je pense que c'est *Amaryllis longiflora* qu'il faut lire dans les deux Mémoires. Mais n'ayant pas eu à ma disposition de graines ni d'ovules de cette dernière plante, je n'ai pu constater par moi-même l'exactitude de ses observations.

Ayant, il y a assez longtemps déjà, eu occasion d'observer de jeunes ovules de *Crinum erubescens*, j'avais été frappé de la simplicité exceptionnelle de leur structure, et j'étais naturellement porté à soupçonner que le développement des graines bulbiformes qui sont dépourvues de vaisseaux pourrait présenter des faits très différents de ceux que l'on a décrits. L'examen de jeunes graines et d'ovules d'*Amaryllis Belladona*, de *Crinum capense*, de *C. giganteum*, de *C. taitense*, vient en effet de me faire voir que la masse charnue et sans vaisseaux des graines de ces plantes a une origine tout autre que la masse charnue et vasculaire des graines d'*Hymenocallis* et d'*Amaryllis longiflora*.

(1) Hofmeister, *Neuere Beobacht. über Embryobildung der Phanerogamen.* — *Ann.* de Pringsheim (*Jahrb. für wissenschaftl. Botanik*), Ier vol., 1re livr., p. 160.

L'ovaire des *Crinum* est triloculaire (1). Dans l'angle interne de chacune des trois loges on voit un large placenta de forme ovale qu'un sillon divise dans le sens de sa longueur. Ce placenta est double, il est formé de deux moitiés dépendant chacune d'un des bords de la feuille carpellaire. Le sillon qui le partage est la ligne de séparation des deux placentas élémentaires qui sont accolés l'un à l'autre. Les placentas sont plus ou moins allongés, et ils portent sur leurs bords des ovules plus ou moins nombreux selon les espèces.

La structure de ces ovules est extrêmement simple ; quand même on les observe sur une fleur déjà fanée, et par conséquent à un moment où ils sont entièrement développés, ils sont formés uniquement d'un nucelle creusé d'une très grande cavité embryonnaire ; ils demeurent entièrement dépourvus de téguments.

Le nucelle, qui constitue ainsi à lui seul tout l'ovule, apparaît sous la forme d'un petit mamelon sphérique, qui se montre sous le bord du placenta. Au milieu du tissu de ce mamelon se forme une cavité, d'abord petite, mais qui grandit très rapidement, et occupe bientôt tout l'intérieur du nucelle. Cette cavité est tapissée par une membrane : c'est un sac embryonnaire. Le développement du sac embryonnaire, très grand et très rapide dans les *Crinum*, est plus grand et plus rapide encore dans certaines Amaryllidées à ovules munis de téguments, telles que l'*Hymenocallis caribæa*, par exemple. On voit en effet, dans cette plante, le sac embryonnaire former une sorte de hernie hors du nucelle qui ne peut plus le contenir, et pousser au-dessus de son sommet ouvert un prolongement aussi grand, ou même plus grand que le nucelle. Une plante voisine de l'*Hymenocallis caribæa*, et cultivée dans les serres du Muséum sous le nom de *Pancratium*, m'a présenté la même disposition. J'ai observé un fait analogue dans le *Cri-*

(1) Les cloisons qui séparent les loges sont extrêmement renflées, et montrent à leur intérieur des glandes septales très volumineuses et très faciles à étudier. — L'épaisseur très grande des cloisons rend fort exiguës les loges où les graines sont étroitement serrées. La compression qu'éprouvent les graines de *Crinum*, quand elles se développent, est sans doute la cause de l'irrégularité de leur forme.

num giganteum. Le sac embryonnaire apparaissait à nu à travers une déchirure du sommet du nucelle, sans toutefois faire saillie au dehors ; cependant je n'oserais affirmer que cette organisation des ovules est constante dans cette plante ; l'ovaire qui contenait les ovules que j'ai observés était très mal développé. Dans d'autres espèces de *Crinum*, je n'ai rien vu de pareil ; le large sac embryonnaire y reste entouré de tout côté par le nucelle fort aminci. Il est rempli d'un liquide transparent, au milieu duquel nagent quelques traînées de matière plus épaisse. Le long des parois se montrent, en deux points opposés de la cavité embryonnaire, quelques vésicules : les unes sont les vésicules embryonnaires ; les autres naissent vis-à-vis des premières, dans la partie du sac qui correspond à la chalaze : ce sont les *antipodes* (*Gegenfüssler*) des auteurs allemands. La position des vésicules embryonnaires montre que le nucelle est presque anatrope, car on les trouve dans le voisinage du point d'attache de la jeune graine.

Si l'on examine celle-ci quelque temps après qu'elle a été fécondée et qu'elle a cessé d'être ovule, il est aisé de reconnaître les modifications qui s'y sont produites. L'aspect du nucelle n'a point changé ; il forme toujours une sorte de sac, dont la paroi, plus épaisse vers la base qu'au sommet, est composée de plusieurs rangées de cellules ; mais son contenu est différent. A la place où se voyaient les vésicules embryonnaires se montre un petit embryon formé d'une masse celluleuse arrondie, fixée à l'extrémité d'un suspenseur. Au lieu du liquide qui remplissait le sac embryonnaire, on trouve du tissu cellulaire : c'est un endosperme qui s'est organisé à l'intérieur du sac qu'il remplit, ou qu'il va remplir bientôt complétement. Sur des graines encore très jeunes, il est aisé de reconnaître que la formation de ce tissu se fait en avançant de la circonférence vers le centre, car on y voit une cavité irrégulière où l'endosperme n'est pas encore formé. Bientôt ce tissu remplit tout l'intérieur du sac embryonnaire, hormis la place qu'occupent l'embryon et son suspenseur ; il se moule pour ainsi dire sur ce petit corps qu'il entoure de tous côtés.

La masse charnue de l'endosperme se développe, et augmente

rapidement de volume; la graine grossit. Pendant que l'endosperme croît, le jeune embryon grandit, et se façonne à la manière des embryons monocotylés; son suspenseur se fane et se détruit.

Le suspenseur disparaît; mais le canal creusé dans le périsperme qui s'est organisé autour de lui persiste, et l'on voit encore très bien sur une graine mûre un petit enfoncement qui correspond à son extrémité. La présence de cette sorte de petit trou permet de chercher avec certitude l'embryon au milieu du parenchyme volumineux de la graine, puisqu'il n'est autre chose que l'orifice de l'étroit canal au bout duquel doit se trouver la radicule. Par son aspect, par ses relations avec l'embryon, ce canal simule assez bien un micropyle; mais, en réalité, il a une origine et une signification bien différentes : il est l'empreinte du suspenseur qui a disparu.

Quand la graine est mûre, sa masse presque entière est formée par l'endosperme au milieu duquel s'étend un grand embryon. On ne peut alors distinguer qu'avec peine le tissu du nucelle ; il forme à la surface de la graine une mince pellicule brunâtre et desséchée que l'on peut encore cependant parvenir à détacher de la masse charnue et volumineuse de l'endosperme.

Dans chaque ovaire, un petit nombre de graines atteignent d'ordinaire leur parfait développement. Telle loge où le placenta portait plus de trente ovules ne contient souvent que trois ou quatre graines. Le plus grand nombre des graines restent donc rudimentaires; elles ne dépassent guère la grosseur d'un grain de millet: cependant il ne faudrait pas croire que celles-là même aient été toutes soustraites à la fécondation. Si, dans une capsule de *Crinum capense* parvenue à peu près à la grosseur qu'elle doit atteindre, on examine la structure des petits corps entremêlés avec les grosses graines charnues, on y reconnaît un nucelle creux, pareil à celui qui constitue l'ovule, et à l'intérieur duquel se trouve un embryon tantôt plus, tantôt moins développé, qui remplit toute la cavité du sac embryonnaire. Ici c'est une petite boule celluleuse munie d'un suspenseur, là un corps plus allongé et plus grand, où l'on distingue parfaitement un cotylédon, une gemmule et une radicule. Dans tous les cas, le périsperme paraît ne

s'être pas formé. L'embryon seul s'est développé durant quelque temps, puis s'est arrêté à un degré plus ou moins avancé de son développement.

Ainsi on doit reconnaître que, si tant de graines avortent dans les *Crinum*, ce n'est pas toujours faute d'avoir été fécondées, mais plutôt par suite de cette loi générale du balancement organique, qui condamne à l'atrophie les organes voisins de ceux qui prennent un développement excessif.

Il résulte, ce me semble, de tout ce qui précède que les graines bulbiformes des Amaryllidées diffèrent beaucoup les unes des autres à la fois par leur structure anatomique, et par la nature même des parties qui les constituent.

Elles peuvent être rapportées, d'après mes observations, à deux types bien distincts :

Les unes, en effet, contiennent de nombreux faisceaux vasculaires ; elles proviennent d'ovules munis de deux téguments ; leur masse, presque entière, est formée par la primine, qui devient charnue, et prend un développement extrêmement considérable ; elles sont dépourvues d'endosperme.

On peut citer comme exemples les graines des *Hymenocallis speciosa* et *H. caribœa*.

Les autres ne contiennent pas de vaisseaux ; elles proviennent d'ovules dépourvus de téguments, et sont presque entièrement formées par un endosperme charnu et très volumineux qu'enveloppe le nucelle, réduit à une mince pellicule.

Telles sont les graines de *Crinum taitense*, *C. erubescens*, *C. giganteum*, *C. capense*, et celles de l'*Amaryllis Belladona*.

Enfin, si le fait mentionné par M. Hofmeister au sujet de l'*Amaryllis longiflora* (*A. ambigua*, *Hippeastrum ambiguum*) est exact, et l'habileté consciencieuse de cet excellent observateur ne permet guère d'en douter, on devrait reconnaître un troisième type voisin du premier, et dans lequel les graines bulbiformes et dépourvues d'endosperme proviendraient d'ovules munis d'un seul tégument.

QUELQUES OBSERVATIONS

DE

MORPHOLOGIE VÉGÉTALE,

Par M. le Dr J. M. NORMAN,

Bot. docens à l'Univ. de Christiania.

I. — Les stipules et les bractées des Crucifères.

C'est certes avec raison qu'on a posé comme loi morphologique qu'une branche proprement dite, ou en d'autres termes, un axe latéral doit sortir de l'aisselle d'une feuille. Mais on sait également que ce rapport, qui dans une très grande majorité de cas se présente avec la certitude d'une loi de la nature, est néanmoins une règle sujette à de nombreuses exceptions, quoique peut-être ces exceptions ne soient qu'apparentes.

C'est surtout dans l'inflorescence de la plante que nous trouvons de nombreux exemples de rameaux se présentant comme une continuation immédiate de l'axe principal, sans être précédés d'un organe appendiculaire, ou feuille mère, établissant une barrière entre l'axe principal et l'axe secondaire. Il va sans dire qu'il ne peut être ici question de tous les cas dans lesquels l'absence de ces feuilles mères ou bractées n'est qu'apparente et où ces organes se réduisent à des écailles fort insignifiantes qui échappent facilement à l'examen rapide d'un œil non armé. Le sujet sur lequel nous désirons appeler l'attention porte sur quelques-uns des cas dans lesquels la formation de la feuille finit comme subitement dans l'inflorescence, et où les rameaux de celle-ci se perdent dans l'axe principal commun, sans que l'examen le plus subtil soit capable d'indiquer la trace d'une feuille, même de la forme la plus rudimentaire, sur la limite entre le rameau et son axe principal.

Les Crucifères méritent d'être citées parmi les grandes familles dans lesquelles ce rapport se manifeste d'une manière très frappante. Il n'y a pas, que nous sachions, beaucoup de plantes de cette famille dans lesquelles on ait observé des bractées, tandis qu'elles paraissent manquer totalement dans le plus grand nombre.

Pour soutenir la règle qu'un rameau latéral doit sortir de l'aisselle d'une feuille, on sera enclin, comme on l'est souvent, à supposer un avortement. Mais pour qu'une telle opinion puisse avoir une valeur scientifique quelconque, il faudra également pouvoir indiquer dans cette famille des traces visibles de bractées, et se rendre compte, en même temps, s'il est possible, du procédé par lequel cet avortement s'opère pour que les bractées puissent finir par disparaître aussi complétement.

Nous avons entrepris dans ce but l'examen de diverses Crucifères. Afin de pouvoir rendre compte des résultats, peu importants sans nul doute, de ces recherches, il sera nécessaire d'entrer dans les détails de quelques organes des feuilles, de très petits organes, il est vrai, mais qui cependant, selon notre opinion, méritent quelque attention, et qui au moins jouent un certain rôle dans l'avortement des bractées. Nous voulons parler des glandes qui se trouvent auprès des feuilles ou plus rarement sur leurs bases, et que chaque botaniste qui a observé avec quelque exactitude des plantes vivantes de cette famille doit avoir remarquées assez souvent, sans peut-être y avoir attaché beaucoup d'importance. Ces glandes, qui le plus souvent sont axillaires, se rencontrent en effet fréquemment dans les Crucifères, où même leur absence n'apparaît réellement que comme une exception. Nos recherches n'embrassent que 140-150 espèces, ce qui est assurément peu dans une famille aussi vaste que celle-ci, cependant ces espèces représentent 72 genres, par conséquent plus que la moitié de ceux qui figurent dans le *Genera plantarum* d'Endlicher. D'après nos observations, ces glandes axillaires se trouvent dans les neuf dixièmes à peu près des Crucifères, et par conséquent elles ne manquent que dans un très petit nombre d'espèces.

Dans la plupart des cas on apercevra facilement ces glandes; on n'a qu'à choisir pour cet examen un rameau muni de feuilles

très jeunes, ou plutôt un bourgeon qui n'est pas encore épanoui. Dans les feuilles anciennes, il arrive souvent que les glandes sont sinon tombées, tout au moins séchées et fanées, ou bien tellement collées à la feuille ou à la tige par l'humeur qu'elles sécrètent, que parfois on risque de ne pas les apercevoir.

Nous allons entreprendre brièvement la description de ces glandes en les considérant successivement dans leur position, leur nombre, leur grandeur et leur forme.

Relativement à leur position, elles sont ordinairement placées dans l'aisselle même de la feuille, et généralement une de chaque côté, immédiatement en dedans ou tout près du bord même de la base de la feuille ou de son pétiole, si elle en a un. Si la base des glandes est large, leur position axillaire ne saurait être méconnue. Si au contraire elle est étroite, elles peuvent sortir juste du point où l'aisselle finit de chaque côté et même en dehors de celle-ci. L'analogie avec les glandes distinctement axillaires fait cependant que cette position douteuse doit être considérée comme axillaire. Souvent les glandes adhèrent sensiblement ou à la feuille, ou à la tige, quoique assez fréquemment elles aient leur place sur la limite précise des deux parties. Il y a néanmoins des cas où elles sont réellement insérées sur la feuille même, à une toute petite distance, mais bien évidente, au-dessus de l'insertion de la feuille, sur sa face supérieure et tout près de son bord. Parmi les plantes dans lesquelles cette insertion des glandes sur la feuille même peut être observée facilement et de la manière la plus distincte, nous ne citerons que : *Vella Pseudocytisus*, *Cardamine hirsuta*, *Cardamine alpina*, *Lepidium latifolium*. Mais cette position varie cependant quelque peu dans le même individu, et il paraît que cette variation se trouve dans un certain rapport avec la position de la feuille, selon qu'elle est plus basse ou plus élevée sur la tige.

C'est un cas qui paraît assez rare, au moins dans la feuille parfaitement développée, quand les glandes sont tout à fait latérales, c'est-à-dire placées en dehors de l'aisselle, à côté du bord de la base de la feuille; ce rapport peut cependant être observé dans *Bunias orientalis*.

Comme il a déjà été dit, chaque feuille est généralement accompagnée de deux de ces glandes, une du côté droit et une du côté gauche de l'aisselle. Elles forment ainsi une paire d'organes latéraux à la base de la feuille. Dans quelques espèces, et elles ne sont pas en très petit nombre, on observe en dehors de la glande ordinaire, et tout à côté d'elle, une autre glande secondaire généralement plus petite; mais l'existence de cette dernière ne paraît pas parfaitement constante dans toutes les feuilles de la même plante. Dans un plus grand nombre encore de Crucifères il existe, outre les glandes extérieures ordinaires, toute une série d'autres glandes placées en dedans des extérieures, plus près du milieu de l'aisselle. Ordinairement ces glandes diffèrent un peu des extérieures pour la forme et pour la grandeur. Elles se trouvent le plus souvent au nombre de 2 à 6, c'est-à-dire 1 à 3 dans chaque moitié de l'aisselle. Ce rapport paraît être typique et spécifique pour les glandes qui se trouvent dans l'aisselle de *Rapistrum rugosum*, quelques espèces de *Brassica*, *Cheiranthus semperflorens*, *Diplotaxis muralis*, etc., au moins pour les feuilles les plus basses sur la tige. Même dans ces plantes où les glandes médianes existent constamment, il arrive souvent qu'elles disparaissent dans les feuilles du haut de la tige, particulièrement dans les feuilles mères des rameaux supérieurs, tandis que les glandes extérieures y subsistent.

La grandeur des glandes varie considérablement. Quelquefois, mais rarement, elles n'ont qu'une longueur de $0^{mm},05$, le plus souvent elles atteignent $0^{mm},30$ à $0^{mm},40$; elles dépassent rarement $0^{mm},8$, et naturellement plus rarement encore 1 millimètre. Les plus grandes que nous ayons observées mesuraient 3-4 millimètres. La longueur moyenne résultant de 186 mesures opérées sur les différentes espèces et genres a été de $0^{mm},45$, c'est-à-dire un peu moins d'un $\frac{1}{2}$ millimètre. Nous devons cependant faire observer que dans quelques espèces, parmi plusieurs glandes, nous n'avons mesuré que les plus grandes. Par conséquent, la longueur moyenne ci-dessus indiquée pourrait bien être un peu trop forte.

Il nous reste encore à considérer la forme de ces glandes. Elle

diffère assez essentiellement de celle qui paraît être la plus ordinaire pour les glandes isolées, quoique pourtant on trouve des formes analogues dans d'autres plantes, surtout dans celles où les glandes sont placées sur le bord d'un organe développé en plan.

Les glandes axillaires des Crucifères se distinguent en cela que, dans la plupart des cas, elles ne sont pas de forme concentrique. Elles sont ordinairement plus développées en plan, par conséquent plus larges qu'épaisses, et le contour de cette expansion plane, dans un grand nombre d'espèces, n'est pas symétrique dans les deux moitiés; la moitié extérieure (c'est-à-dire celle qui est la plus éloignée du centre de l'aisselle) est plus fortement développée dans la direction du plan que la moitié intérieure, qui cependant gagne en partie en épaisseur ce qu'elle perd en expansion lamellaire.

Mais, comme nous le verrons tout à l'heure, leur forme offre certaines différences que nous devons examiner pour arriver, par une connaissance plus exacte, à une notion plus rationnelle de leur signification morphologique.

Nous les rangeons en quatre groupes différents, uniquement pour pouvoir les envisager plus facilement, car nous reconnaissons que cette classification est d'ailleurs sans valeur organique.

a. Les glandes triangulaires.

Dans ce groupe nous comprenons les glandes parfaitement sessiles qui adhèrent par une large base, laquelle même dans plusieurs espèces se prolonge en un rebord affaissé qui se perd imperceptiblement dans l'aisselle. De leur base ainsi élargie, elles deviennent de plus en plus étroites jusqu'au sommet. Dans quelques espèces elles sont assez charnues. Dans le plus grand nombre elles sont membraneuses, mais se composent cependant toujours de plus d'une couche de cellules. Le plus souvent elles sont obliques-triangulaires, avec un bord intérieur perpendiculaire un peu concave, qui, dans la plupart des cas, est un peu plus épais, et un bord extérieur plus convexe et plus incliné, généralement aussi un peu plus mince. (Voy. pl. I, fig. 2, et pl. II, fig. 2.)

Ces glandes sont les plus larges que nous ayons observées.

Dans *Lunaria rediviva*, *Camelina austriaca*, *Tetrapoma barbareæfolium*, *Nasturtium sylvestre*, *Nasturtium palustre*, *Barbarea vulgaris*, *Barbarea stricta*, *Erucaria aleppica*, *Enarthrocarpus lyratus*, *Eruca sativa*, etc., on peut les observer sous la forme membraneuse. Dans *Armoracia* elles sont plus charnues et avec une surface finement striée longitudinalement.

C'est principalement dans les feuilles des plantes qui ont des glandes extérieures de la forme ci-dessus décrite que l'on rencontre également des glandes médianes secondaires. Dans la plupart des cas ces glandes médianes sont plus symétriquement formées que les extérieures, quelquefois même elles en diffèrent complétement par la forme. Comme les extérieures, elles adhèrent souvent à l'aisselle par un rebord bas et membraneux, à l'aide duquel il peut arriver que deux glandes soient unies ensemble par la base. Les glandes médianes sont parfois plus longues, parfois plus courtes, rarement de la même longueur que les extérieures.

b. Les glandes rétrécies à la base.

Ces glandes sont bien sessiles comme les précédentes, mais cependant elles sont d'un côté ou des deux côtés plus ou moins rétrécies à la base, qui, en tous cas, n'est pas la partie la plus large de la glande. Leur plus grande largeur se trouve en général au-dessous de leur milieu, le plus fréquemment immédiatement au-dessus de leur base. Elles sont généralement un peu charnues, mais fort rarement très arrondies dans leurs contours (*Hesperis*). Quelques-unes sont tout entières de couleur blanchâtre, mais dans la plupart des cas elles sont plus verdâtres dans la partie inférieure, qui est la plus épaisse, et plus blanchâtres dans la partie supérieure, qui est la plus mince.

Le plus souvent elles sont de forme inéquilatérale, semi-oblongues, semi-ovées, semi-cordiformes; leur bord extérieur est plus convexe, l'intérieur plus droit ou même un peu concave quand il arrive que la glande est un peu courbée en faucille. Dans quelques-unes, l'asymétrie de la glande est peu sensible, par exemple dans *Cardamine pratensis* et *Cardamine amara*, tandis qu'ailleurs

elle est très fortement prononcée comme, par exemple, dans plusieurs espèces de *Lepidium*, *Carichtera annua*, etc. Dans quelques espèces la glande s'atténue, souvent assez subitement, en une pointe allongée ; d'autres ont le sommet arrondi.

Les glandes axillaires ci-dessus décrites sont celles que l'on rencontre le plus fréquemment dans les Crucifères, et nous les avons trouvées telles dans plus de la moitié des espèces que nous avons examinées ; mais ce groupe renferme aussi des formes très différentes. Nous citerons comme exemple de plantes dans lesquelles nous avons trouvé cette forme de glandes : *Cardamine*, *Hesperis*, *Streptanthus*, *Arabis*, *Lepidium*, *Neslia*, *Malcolmia*, *Cochlearia*, quelques espèces de *Draba* (*nemorosa*, *muralis*), *Hymenophysa*, *Heliophila*, *Iberis*, *Biscutella*, quelques espèces de *Sinapis*, *Subularia*, *Smelowskia*, *Aubrietia*, *Psychine*, *Vella*, etc.

c. Les glandes pédicellées.

Leur forme est à peu près parfaitement symétrique. Élargies et oblongues ou linguiformes dans la partie supérieure, elles se rétrécissent vers la base en un support assez large et plus ou moins écourté. Leur couleur est plus verdâtre dans la partie élargie, et surtout vers sa base, mais plus blanchâtre dans le support. Nous n'avons observé cette forme de glandes que dans un fort petit nombre de plantes, comme *Draba Aizoon*, *Chorispora tenella*, *Erophila* et *Teesdalia nudicaulis* (voy. pl. I, fig. 3-10).

d. Les glandes piliformes.

Ces glandes sont fort longues proportionnellement à leur largeur, complétement linéaires ou insensiblement atténuées de la base au sommet. Pour un œil non armé, elles ont presque l'aspect d'un poil ordinaire, mais sous le microscope on remarque qu'elles sont en général un peu aplaties et se composent d'un grand nombre de cellules assez petites et disposées sur plusieurs rangs. Le contenu de ces cellules est jaunâtre ou un peu verdâtre et assez fortement réfringent ; surtout dans celles qui sont plus rapprochées de la base de la glande. Les glandes dont nous parlons sont donc très différentes des poils des Crucifères, lesquels ne sont

ordinairement formés que d'une seule cellule, indivise ou ramifiée et à paroi rigide, avec un contenu qui finit par avoir l'apparence de l'eau ét qui s'évapore rapidement. Dans plusieurs plantes, ces glandes piliformes finissent par se courber en arc, dans d'autres elles deviennent flexueuses. Généralement on n'en trouve que deux, et qui sont latérales à la base de la feuille, mais dans le *Cheiranthus* on rencontre aussi des glandes médianes. On peut voir des exemples de glandes piliformes dans : *Berteroa incana*, *Berteroa mutabilis*, *Myagrum perfoliatum*, *Farsetia clypeata*, *Alyssum calycinum*, *Clypeola jonthlaspi*, *Mathiola parviflora*, *Lobularia maritima*, etc.

Il est certainement inutile de faire observer que tous les groupes ci-dessus énumérés se confondant ensemble par une foule de formes intermédiaires, il serait quelquefois difficile de classer les glandes dans un des groupes spéciaux. La forme des glandes varie non-seulement dans les différentes espèces du même genre, et quelquefois de telle façon que l'une doit être rangée dans un groupe et l'autre dans un autre; mais elles n'ont pas toujours la même forme dans les différentes feuilles de la même espèce ou du même individu. Elles subissent surtout quelques modifications, suivant que la feuille à laquelle elles appartiennent est placée plus haut ou plus bas sur la tige.

Jusqu'ici nous avons considéré ces petits corps comme des glandes, nous servant de cette dénomination uniquement pour exprimer une idée physiologique de laquelle nous excluons l'idée d'une forme extérieure ou structure intérieure déterminées quelconques. Dans ce sens physiologique du mot, ces corps sont aussi de véritables glandes, et méritent ce nom avec plus de droit qu'une foule d'organes qui généralement sont ainsi désignés. Elles sécrètent, peut-être à quelques exceptions près, un fluide spécial qui se ramasse à leur surface. Ainsi on remarquera autour du sommet des glandes piliformes (par exemple, dans *Berteroa incana* et *Farsetia clypeata*), quand la température est sèche et chaude, une gouttelette d'un fluide peu épais, incolore et aqueux (sucré?). Dans d'autres Crucifères, comme *Senebiera Coronopus*, *Cordylocarpus muricata* et *Calepina Corvini*, les glandes sécrètent une grande

quantité de mucus visqueux incolore, qui les recouvre entièrement et les fait souvent s'agglutiner à la feuille ou à la tige. Dans d'autres espèces, et même dans le plus grand nombre peut-être, le fluide est d'une couleur faiblement jaunâtre, et il se dessèche facilement, de manière à former une incrustation à la surface de la glande. La propriété gluante du fluide fait qu'on ne trouve presque jamais les glandes entièrement propres dans les feuilles adultes, mais salies par la terre ou par d'autres corps étrangers que le vent y a apportés et que retient la matière sécrétée. Cela même fournit un moyen de reconnaître les glandes, qui alors présentent un petit point noir de chaque côté de l'aisselle. On trouve très souvent des grains de pollen dans les sécrétions.

Mais quelle est la signification morphologique de ces glandes? Ne sont-elles simplement que des formations épidermiques, ou sont-ce des segments d'organes plus grands à un état rudimentaire? Leurs formes, qui diffèrent un peu de celles des glandes les plus ordinaires, et beaucoup de celles des glandes qui parfois se rencontrent dans la même plante (par exemple, dans les espèces de *Bunias*); leur nombre restreint, le plus souvent à une seule paire; leur position fixe au bas de la feuille; leur apparition générale dans des plantes ayant des formations épidermiques les plus variées, avec ou sans poils, et ceux-ci d'une structure fort différente; tous ces rapports réunis paraissent indiquer que ces glandes sont quelque chose de plus que des productions épidermiques générales. Mais si une fois on est forcé d'admettre ceci, alors on n'a plus de choix dans la manière de les expliquer : elles doivent être considérées comme des stipules à l'état rudimentaire.

Si nous considérons une famille de plantes dont les feuilles sont accompagnées de stipules, les Légumineuses par exemple, nous y retrouverons à peu près les mêmes formes que nous venons de décrire.

La position des glandes est la même que celle des stipules ordinaires.

Leur fonction comme glandes, leur sécrétion, est tellement éloignée d'être quelque chose d'extraordinaire dans les stipules,

qu'il faut plutôt dire qu'elle est parfaitement en harmonie avec la nature stipulaire d'un organe.

Une abondante sécrétion de mucus visqueux n'est pas, il est vrai, habituelle dans les stipules, mais elle se trouve pourtant (et à ce qu'il paraît, de la même nature que celle que nous avons remarquée dans quelques Crucifères) dans la prétendue *ochrea* des Polygonacées, spécialement dans les espèces vivaces de *Rumex*, *Polygonum* et *Rheum*, dans lesquelles les jeunes feuilles du bourgeon sont entièrement recouvertes du fluide visqueux que sécrète l'*ochrea*.

Tous ces rapports parlent plutôt pour que contre l'opinion que les glandes ci-dessus décrites doivent être considérées comme des stipules. Ils rendent cette opinion probable, mais ils ne fournissent aucune preuve suffisante de sa justesse.

Plusieurs considérations militent cependant contre cette manière de voir. L'apparition de plus de deux glandes, et principalement la présence des médianes, surtout là où elles sont nombreuses et disposées en séries parallèles, ou irrégulièrement groupées, comme on le voit dans quelques espèces de *Crambe*, sont des faits qui diffèrent à tel point des formations stipulaires ordinaires, qu'on pourrait y voir une objection sérieuse contre l'opinion qui considérerait ces glandes comme des stipules.

Mais il faut se rappeler que quand un organe foliacé est réduit à des organes d'un rang inférieur, comme poils, glandes et autres semblables, on peut prouver que plusieurs de ces derniers peuvent représenter ensemble une feuille unique. Comme exemple, on peut citer l'aigrette des Synanthérées. Des genres comme *Sphenogyne* et autres paraissent indiquer que l'aigrette est un calice pentaphylle ou au moins oligophylle. Dans d'autres genres, et même dans la plupart, ce calice oligophylle se décompose ou en un verticille unique constitué de nombreux éléments d'aigrette, ou en plusieurs verticilles disposés les uns au-dessus des autres. Il est cependant possible que ce dernier type d'aigrette représente dans plusieurs cas un calice double et un calice polyphylle. On trouve des chloranthies de plusieurs Cynarées qui parlent en faveur d'une semblable opinion. Mais on rencontre aussi des chloranthies qui

montrent distinctement qu'une aigrette composée de nombreux éléments se transforme en un calice assez régulier de feuilles vertes ordinaires et en nombre fort restreint (cinq environ). Il paraît que cette transformation se rencontre assez fréquemment dans *Tragopogon pratense ;* elle a été décrite par M. Kirschleger, dont nous regrettons de ne pas connaître le travail. Dans quelques capitules nous avons trouvé l'aigrette transformée en cinq, dans d'autres en quatre, et dans d'autres en six sépales du même aspect que les feuilles ordinaires et pourvus de faisceaux vasculaires, avec un épiderme parfaitement identique avec celui du reste des feuilles (1) et, comme elles, richement pourvu de stomates. Par conséquent il y a quelque raison pour supposer que plusieurs éléments d'aigrette représentent ensemble dans un *Tragopogon* un seul sépale, ou peut-être, pour parler plus justement, qu'une aigrette composée de nombreux éléments représente un calice oligophylle.

Cette analogie et d'autres semblables tout aussi connues parlent en faveur de l'opinion que, lorsque plusieurs glandes disposées en phalanges ou en groupes se présentent, comme dans les Crucifères et autres familles, sur la base de la feuille ou auprès d'elle, ces glandes peuvent ensemble représenter les deux stipules. Pour ce qui regarde spécialement les glandes médianes, la circonstance que celles placées du même côté de l'aisselle sont parfois unies à la base par un rebord bas et membraneux, et même, quoique rarement, encore plus étroitement unies, parle aussi en faveur de

(1) Dans la chloranthie de notre *Tragopogon pratense*, la corolle est verte et plus grande que d'habitude, mais de forme normale; les étamines sont imparfaitement développées et flétries, le style est converti en deux feuilles vertes opposées. L'axe floral se continue entre les deux feuilles sous la forme d'un pédoncule que termine un capitule plus petit. L'aigrette est convertie en un cycle unique de feuilles linéaires, lancéolées, acuminées. Dans quelques fleurs, ce calice est un peu irrégulier; les sépales postérieurs, ceux qui sont le plus proche du centre du capitule, sont plus longs que les antérieurs, de sorte que le sépale postérieur impair est le plus long de tous. Cette formation irrégulière, qui cependant ne se manifeste pas dans tous les calices, ne manque pas d'analogie avec certaines formations normales de l'aigrette dans les Synanthérées (exemple, *Anacyclus*, *Tagetes*, etc.).

l'opinion que ces glandes sont des parties rudimentaires d'un organe plus grand. Mais quelle que soit la nature des glandes médianes, il ne faut pas oublier qu'en réalité elles ne sont qu'une exception, et que la grande majorité des Crucifères n'offre que deux glandes.

Après avoir donné des raisons pour et contre l'explication des glandes considérées comme stipules, nous devons convenir, comme il a déjà été dit, que l'on ne peut guère tirer des faits cités jusqu'ici une preuve décisive pour l'une ou l'autre opinion.

Ce qui nous manque absolument dans ce cas, est un caractère essentiel des stipules par lequel elles pourraient être distinguées d'autres organes. On devrait naturellement s'attendre à trouver ce caractère dans l'histoire du développement de la feuille, mais les opinions sont fort partagées, comme on le sait, à cet égard et particulièrement sur le point dont il s'agit ici.

Plusieurs des botanistes les plus distingués de notre époque, M. Schleiden en tête, n'attribuent pas aux stipules ou à la partie stipulo-vaginale la signification d'une partie spéciale de la feuille, différente de ses autres segments, comme la majorité paraît disposée à le faire.

Les premiers prétendent que la feuille, dans son ensemble, se développe toujours de haut en bas, et que les stipules sont par conséquent toujours les parties de la feuille qui se forment les dernières.

Les autres, et parmi eux plusieurs auteurs français de premier rang, et dernièrement M. Trécul, admettent bien que l'évolution de la feuille est dans plusieurs cas basipète, mais ils ont également indiqué l'existence d'une tendance de développement contraire, c'est-à-dire d'une direction basifuge. Pour ce qui regarde spécialement la formation des stipules, M. Trécul prétend, comme Link et autres, qu'elles se forment toujours avant les segments les plus inférieurs. Les recherches que nous avons faites dans ce sens sont trop imparfaites pour que nous osions avancer une opinion bien arrêtée. Tout ce que nous pouvons dire, et en cela tout le monde sera probablement de notre avis, c'est que les stipules, ou leurs parties libres, si elles adhèrent au pétiole, ont, à une certaine épo-

que antérieure (nous ne disons pas à leur première époque), et proportionnellement à la feuille entière ou à ses segments les plus inférieurs, beaucoup plus d'étendue qu'après la croissance achevée de la feuille. Elles se distinguent en cela de quelques formations de la base des feuilles, celles par exemple de quelques Synanthérées, qui sans nul doute doivent être considérées comme des oreillettes ressemblant à la stipule. La grandeur de ces oreillettes relativement à la feuille est plus considérable dans l'état adulte de celle-ci, et elle diminue toujours dans un état plus jeune en une progression continue jusqu'à la disparition complète des oreillettes. Nous croyons donc jusqu'à nouvel ordre, que quand une feuille dans sa périphérie opère distinctement sa croissance de haut en bas, c'est un fait qui parle en faveur de cette opinion que les organes latéraux nés près de ou sur la base de la feuille sont des stipules, quand celles-ci, en dépit du développement basipète, sont à une époque antérieure beaucoup plus grandes relativement à la feuille et particulièrement à ses segments les plus bas que dans la feuille entièrement développée. Mais pour cela nous ne prétendons nullement avoir dit que le rapport inverse doive toujours prouver que les lanières latérales basilaires ne sont pas des stipules.

Dans le cas qui nous occupe il ne s'agit pas de distinctions à faire entre les stipules et les oreillettes, mais seulement de décider si les glandes sont une formation ordinaire épidermique, ou si elles sont des segments d'organes d'un rang supérieur. La question se pose donc principalement ainsi : Les glandes axillaires se développent-elles à une époque notablement antérieure aux autres glandes et poils qui naissent dans leur voisinage immédiat? ou bien se forment-elles à peu près simultanément avec ou même après ces formations épidermiques ordinaires ?

Si c'est la première alternative qui a lieu, il nous paraît prouvé, avec autant de certitude qu'en exige une question de cette nature, que les glandes sont des organes d'un rang supérieur, mais à l'état rudimentaire, et par conséquent, dans ce cas, des stipules.

Dans le cours de nos recherches sur ces glandes nous avons eu assez fréquemment l'occasion d'observer leur développement

dans un très jeune âge. Nous avons alors remarqué qu'elles se forment longtemps avant tous les poils placés sur la face supérieure de la feuille et sur son bord près de la base, dans le voisinage immédiat des glandes, et qu'elles se forment également avant tous les poils de la tige au niveau de la feuille glandulée. Ensuite nous avons remarqué que dans plusieurs cas, mais pas dans tous, les glandes sont formées antérieurement même aux poils du sommet de la feuille et de la face inférieure près de la ligne du milieu; de sorte qu'elles sont dans ces cas présentes à une époque où tout le bourgeon, auquel elles appartiennent, n'a pas encore développé un seul poil.

Il n'est pas rare que les glandes se forment antérieurement au segment latéral le plus inférieur de la feuille.

Quand on observe une feuille très jeune au moment où les premiers poils commencent à s'y montrer, ou même (dans d'autres espèces) un peu plus tard, c'est-à-dire après qu'une plus grande partie du sommet de la feuille ou sa face infé-

(1) Afin de motiver plus exactement ce que nous avons avancé relativement au développement des stipules des Crucifères, nous donnons ici les proportions que nous avons mesurées, dans 16 espèces de la famille, des stipules comparées à la feuille très jeune, longue d'au plus $\frac{2}{3}$ de millim.

Biscutella hispida. Une feuille d'une longueur de c. 0,56 m/m était munie d'une stipule longue de 1,10 à 0,12 m/m, c'est-à-dire $\frac{1}{5}$ environ de la feuille entière.

Heliophila sp. Une feuille de c. 0,29 m/m dont les étroites lanières linéaires n'étaient encore qu'ébauchées sous la forme de lobes courts et relativement larges, et qui était munie seulement de quelques poils rares sur le dos du lobe terminal, portait des stipules de 0,14 m/m, c'est-à-dire aussi longues que le pétiole entier et un peu plus longues que chacun des lobes latéraux de la feuille.

Arabis hirsuta. La première feuille d'un bourgeon axillaire avait 0,37 m/m de longueur et portait des stipules de 0,19 m/m, qui par conséquent égalaient à peu près la moitié de la feuille. Une feuille complétement développée, que nous avons mesurée, était au contraire 92 fois plus longue que la stipule.

Rapistrum rugosum. La seconde feuille d'un bourgeon axillaire avait 0,17 m/m de longueur, ses stipules mesuraient 0,10 m/m, elles dépassaient donc un peu la moitié de la feuille.

Senebiera Coronopus. La première feuille d'un bourgeon axillaire portait une fine nervure moyenne qui était un peu plus forte à la base et ne montait pas

rieure se sont couverts de poils, on voit les glandes tellement développées proportionnellement au reste de la feuille (1), qu'on n'hésiterait pas un instant à les déclarer stipules si la même proportion était également gardée dans la feuille adulte. C'est ainsi

jusqu'au sommet. La longueur de cette feuille était de 0,31 m/m, celle des stipules de 0,19 m/m (nous disons toujours stipules, quoique dans la plupart des cas nous n'en ayons mesuré qu'une seule). Ici donc les stipules dépassaient de beaucoup la moitié de la feuille.

Sisymbrium Irio. La première feuille d'un bourgeon axillaire avait 0,65 m/m de longueur et était pourvue d'une stipule de 0,17 m/m. Celle-ci mesurait par conséquent un peu moins du quart de la longueur de la feuille.

Pteroneuron græcum. Près d'une feuille longue seulement de 0,10 m/m et sans trace de poils ou de nervure moyenne, la stipule se dessinait comme un petit mamelon qui était un peu plus large que long (c. 0,015 m/m). Cette feuille était par conséquent d'une époque antérieure à celles dont il a déjà été question, et la stipule n'était ici qu'à l'état naissant.

Cordylocarpus muricata. La première feuille d'un bourgeon axillaire était sans poils et sans nervure moyenne avec une longueur de 0,19 m/m. La trace de la stipule n'était que tout juste visible.

Psychine stylosa. Une jeune feuille de 0,50 m/m dont les poils n'étaient encore dessinés qu'au sommet sous la forme de cellules transparentes et un peu saillantes, était pourvue de stipules de 0,09 m/m, qui par conséquent avaient à peu près le $\frac{1}{6}$ de la longueur de la feuille même. Dans une feuille entièrement développée que nous avons mesurée, la stipule n'était que du $\frac{1}{171}$ environ de la feuille.

Schiwereckia podolica. Une feuille de 0,17-0,18 m/m, avec les premiers poils dessinés comme des cellules plus saillantes sur la face inférieure de la feuille, un peu au-dessous du sommet, portait la trace visible d'une stipule. Dans une autre feuille de 0,47 m/m et qui déjà avait des poils bien développés à la face inférieure le long de la nervure moyenne, la stipule avait une longueur de 0,10 m/m, par conséquent elle était de $\frac{4}{5}$ environ plus courte que la feuille.

Hymenophysa pubescens. Une feuille de 0,25 m/m, et encore tout à fait sans poils, était pourvue d'une stipule de 0,07 m/m.

Biscutella apula. Dans une feuille de 0,19 m/m, au sommet de laquelle il n'y avait que deux poils assez longs, on voyait la première trace de deux stipules.

Chorispora stricta. Une feuille d'un bourgeon axillaire avait une longueur de 0,31 m/m, sans traces de poils ni de stipules. Une feuille un peu plus âgée et de 0,75 m/m, au sommet de laquelle on voyait plusieurs poils non totalement développés et quelques autres seulement indiqués le long de la nervure moyenne, était pourvue de stipules longues de 0,19 m/m. La nervure moyenne de cette

qu'on peut observer des glandes mesurant le sixième, le quart, parfois même plus de la moitié de la longueur de la feuille à laquelle elles appartiennent. Mais il faut être assez heureux pour saisir le moment favorable. Avant et après ce moment fugitif, la proportion des parties change subitement, et d'autant plus qu'on s'en éloigne davantage. La feuille naît avant les glandes. Ce n'est que quand la feuille a atteint un certain développement que les glandes apparaissent, mais alors elles croissent comme les glandes et comme les poils, beaucoup plus rapidement que la feuille, ce qui fait qu'elles atteignent bientôt une grandeur fort considérable relativement à celle-ci. Mais dès que les glandes ont atteint une certaine grandeur, leur croissance diminue pour s'arrêter bientôt complétement, tandis que la feuille continue longtemps encore son évolution, ce qui fait qu'à la fin elle acquiert une longueur démesurée, comparativement à celle des glandes.

Ces faits (voyez la remarque) nous ont convaincu que les glandes foliaires des Crucifères sont de véritables stipules, et c'est par ce nom que nous les désignerons dorénavant.

Privé que nous sommes de ressources littéraires, nous regrettons d'avoir ignoré, au moment où nous avons écrit ces lignes, les

feuille était sensiblement plus forte à la base, et disparaissait totalement dans le tiers supérieur de la feuille. Dans une feuille plus développée et longue de 1 millimètre, les stipules ne mesuraient que 0,15 m/m ; elles étaient donc plus courtes que dans la feuille précédente, quoique cette dernière fût de moindre dimension. Ces cas et plusieurs autres paraissent indiquer que l'apparition et la croissance des glandes stipulaires ne sont pas aussi rigoureusement liées à un point fixe du développement de la feuille que leur nature stipulaire le devrait faire supposer.

Teesdalia procumbens. Une feuille de 0,25 m/m était pourvue d'une stipule de 0,09 m/m, qui par conséquent avait plus de $\frac{1}{3}$ de la longueur de la feuille.

Crambe hispanica. La feuille primordiale d'une plante en germination était encore entièrement dépourvue de poils, le poil terminal du sommet de la feuille seulement ébauché par une cellule plus grande, transparente et un peu saillante. Les cellules des stipules étaient plus distinctes et beaucoup plus grandes que celles de la feuille même. Ces stipules avaient 0,07 m/m de diamètre à l'endroit le plus large, et 0,19 m/m de longueur, tandis que la feuille mesurait 0,30 à 0,37 m/m de longueur, à peine le double des stipules.

mémoires de MM. Krauss (1) et Duchartre (2) sur le même objet. Un savant botaniste français vient de nous en faire part. Nous sommes heureux d'apprendre que M. Krauss, dans son mémoire intéressant sur la construction de la fleur dans les Crucifères et les Fumariacées, a, il y a déjà dix ans, reconnu des stipules dans 60-70 Crucifères appartenant à 20-25 genres. Un observateur, dont l'opinion dans de pareilles questions devrait avoir le plus grand poids, l'auteur du *Traité d'organogénie végétale*, a plus tard rendu l'existence des stipules des Crucifères douteuse (3). Si nos observations, en ajoutant quelques détails à celles de M. Krauss, pouvaient soutenir la manière de voir de MM. Krauss et Duchartre sur ce point, nous serions assez récompensé de notre peine.

Parmi les soixante-treize genres de Crucifères que nous avons eu occasion d'examiner dans le jardin botanique de Christiania, il n'y en a que quatre, savoir : *Tauscheria*, *Æthionema*, *Diastrophis* et *Turritis*, dans lesquels nous n'ayons pu réussir jusqu'ici à démontrer l'existence de stipules. Sur la totalité des espèces explorées, cent cinquante environ, quatorze seulement ont été trouvées complétement dépourvues de stipules, et de ces quatorze, dix appartiennent à des genres qui ont d'autres espèces à feuilles stipulées. Ces genres sont : *Crambe*, *Draba*, *Heliophila*, *Erysimum*, *Mathiola* et *Vesicaria*. Parmi les genres examinés, il y en a donc environ $\frac{1}{18}$ dans lesquels nous n'avons pu observer jusqu'ici des stipules, et environ $\frac{1}{12}$ dont quelques espèces sont stipulées et d'autres sans stipules. Au nombre des Crucifères exstipulées, quatre appartiennent à la flore de Scandinavie : ce sont *Turritis glabra*, *Crambe maritima*, *Draba alpina* et *Draba lapponica*. N'ayant pu examiner toutes les Crucifères de la Scandinavie, nous ne saurions dire quelle est, dans cette flore naturellement restreinte, la proportion des espèces stipulées et des exstipulées. Il ne nous paraît cependant point invraisemblable que, par des recherches réitérées et dans des conditions plus favorables, on pourrait prouver l'exis-

(1) *Einige Bemerk. über den Blumenbau der Fumariaceæ und Cruciferæ* (Mohl und Schlechtendal's *Botanische Zeitung*, 1846).

(2) *Revue botanique*, vol. II, p. 208.

(3) *Traité d'organogénie végétale comparée*, par M. J.-B. Payer, p. 210.

tence de stipules dans les espèces de *Draba* ci-dessus nommées, puisque des espèces qui en sont fort rapprochées en sont munies.

Après avoir considéré l'apparition, la position et la forme des stipules dans les Crucifères, nous reviendrons à la question de l'avortement des bractées.

Ces bractées peuvent se manifester de différentes manières : tantôt elles apparaissent comme stipules à la base du pédoncule, sans la moindre trace de la feuille elle-même; tantôt comme un petit rudiment de la feuille, qui, dans ce cas, se montre en général sur la face antérieure (le côté extérieur) du pédoncule, à quelque distance au-dessus de sa base; ou bien les bractées peuvent se présenter comme des feuilles vertes entièrement développées; tantôt assises sur l'axe principal près de la base du pédoncule, tantôt sortant de ce dernier de la même manière que les rudiments dont nous venons de parler.

Quand ce ne sont que les deux stipules en forme de glande qui représentent la bractée, elles sont assises sur l'axe principal, à côté du pédoncule, à l'endroit où ses angles latéraux, s'il est quadrangulaire, descendent sur l'axe principal. En général, ces stipules sont plus petites que celles des feuilles, et en diffèrent le plus souvent aussi, plus ou moins, par la forme qui est plus étroite et linéaire, lorsque les stipules foliaires ne sont pas piliformes, car alors les stipules bractéales gardent la même forme. Quand ces dernières sont d'une grandeur remarquable, ou quand, de dimension plus petite, elles ne sont pas cachées par des poils avoisinants, et par conséquent peuvent être observées avec facilité, on trouvera que leur présence est assez constante à tous les pédoncules de la même espèce. Mais dans bien des cas, les stipules bractéales sont difficiles à apercevoir, cachées qu'elles sont entre les poils, et, par ce fait qu'il faut les chercher avec beaucoup de soin sous le microscope simple, il devient impossible de décider si elles se trouvent ou non à tous les pédoncules.

Nous nous sommes assuré dans un assez grand nombre de Crucifères de l'existence de bractées réduites à l'état de stipules glanduliformes, de sorte que leur apparition spécifique-typique sous la forme ici décrite n'est pas un cas rare dans la famille. Comme

exemples, nous citerons : *Hesperis matronalis*, *Lunaria rediviva*, *Barbarea vulgaris*, *Barbarea stricta*, *Bunias orientalis*, *Camelina austriaca*, *Cardamine amara*, *Cardamine impatiens*, *Cochlearia arctica*, *Berteroa incana*, *Succowia balearica*, *Farsetia clypeata*, *Thlaspi arvense*, *Sisymbrium officinale*, *Biscutella hispida*, etc.

Comme on le remarquera facilement, en examinant un certain nombre d'exemplaires d'une même plante, ce n'est pas un cas rare dans les Crucifères à tiges feuillées que 1-3 des pédoncules les plus inférieurs de la grappe, et parfois même plusieurs autres, sortent de l'aisselle d'une feuille ordinaire. Mais alors toute formation de feuille ultérieure s'arrête en général brusquement. En examinant avec soin un plus grand nombre d'exemplaires, on trouvera parfois, et même dans des circonstances tout à fait normales, un tout petit rudiment de bractée sur le pédoncule même de la fleur la plus basse ou des deux fleurs les plus basses de la grappe qui, en apparence, ont l'air totalement dépourvues de bractée. Ce rudiment qui apparaît tantôt comme un petit corps (d'une longueur de $\frac{1}{4}$-2 millimètres) subulé, blanchâtre ou rougeâtre, tantôt comme une écaille encore plus petite, ayant la forme d'un triangle obtus, le plus souvent verte, tantôt seulement comme une sorte d'éminence faiblement saillante, n'est que rarement inséré sur l'axe principal, c'est-à-dire à la place normale de la feuille mère, mais plus fréquemment, d'après notre expérience, à 1-2 millimètres ou plus au-dessus de la base du pédoncule sur sa face inférieure.

C'est ainsi que dans le *Crambe maritima* on trouve très fréquemment (constamment ?) un rudiment cellulaire subulé, sans vaisseaux spiraux, d'une longueur de 1-2 millimètres, situé sur les pédoncules les plus bas. Les feuilles mères du rachis des grappes latérales de l'*Armoracia macrocarpa* sont insérées assez haut sur le rachis. On trouve parfois sur le pédoncule inférieur de ces grappes latérales une faible éminence ou même une petite écaille verte. Quand on aura souvent observé ces formations que nous avons remarquées dans plusieurs Crucifères, mais dont nous ne citerons que quelques exemples, parce qu'elles sont le plus souvent des exceptions, on se convaincra que les bractées disparaissent

dans bien des cas, mais pas toujours de cette manière; qu'en passant à un état rudimentaire elles s'unissent (primitivement) avec la face antérieure de la partie la plus basse du pédoncule, tandis que leur sommet reste libre comme un petit rudiment ou une saillie sur le pédoncule même. Ce phénomène est assez intéressant, quand les stipules de la bractée unie avec le pédoncule restent tout à fait libres à leur place normale sur l'axe principal. Dans plusieurs individus de *Nasturtium palustre*, nous avons trouvé sur le pédoncule le plus bas un rudiment de la bractée, ayant la forme d'une petite éminence triangulaire située à 1–2 millimètres au-dessus de la base du pédoncule. Des deux côtés de cette éminence descendait obliquement jusqu'à la stipule une ligne, dont l'élévation n'était que tout juste appréciable. Ces deux lignes divergeaient l'une de l'autre vers le bas, et limitaient par conséquent un espace triangulaire, dont l'angle supérieur était représenté par l'éminence sus-indiquée, et les deux angles inférieurs par les stipules. Dans ce cas, l'union (primitive) de la bractée avec le rameau qui sort de son aisselle est incontestable. Trois points seulement, pour ainsi dire, mais qui indiquent et fixent exactement la circonférence de la feuille, étaient libres et reconnaissables, le sommet et les deux stipules. Toutes les parties intermédiaires de la feuille étaient complétement unies avec le pédoncule; les bords étaient seulement indiqués par deux lignes faiblement saillantes.

Nous avons observé des cas semblables sur quelques inflorescences du *Brassica carinata* cultivé dans notre jardin. Ces inflorescences ont souvent de grandes bractées foliacées unies au pédoncule, près de la base, dans une très petite étendue, leurs bords se continuant des deux côtés sur le pédoncule sous la forme d'une ligne élevée, rougeâtre et presque horizontale. Quand ces bractées sont munies de stipules, ce qui arrive rarement, ces dernières sortent de la ligne élevée, qui doit être considérée comme le bord supérieur d'une base dilatée de pétiole. Le cas curieux arrive parfois que ces stipules sont soudées soit dans toute leur étendue, soit seulement par leur partie inférieure au pédoncule, sur lequel la partie soudée forme une éminence allongée, blanchâtre ou rougeâtre, plus ou moins saillante, de manière que l'on peut trouver

ces stipules à tous les degrés de soudure, depuis une adhérence légère jusqu'à la plus parfaite fusion. Nous conservons un exemplaire où l'une des stipules de la bractée est entièrement libre, tandis que l'autre adhère par le bas dans une assez longue étendue, ayant cependant le sommet parfaitement libre. Sur un autre exemplaire, un rudiment rougeâtre, subulé, d'une longueur d'environ 1 millimètre, sort de la face antérieure d'un pédoncule, à 3 millimètres environ au-dessus de sa base. Deux lignes divergentes descendent de ce rudiment; leur relief est presque imperceptible, mais elles se distinguent par une couleur spéciale, et limitent un espace d'un vert plus prononcé que celui du reste du pédoncule. Ces lignes, qui marquent les bords de la partie soudée de la feuille rudimentaire, prennent à la base du pédoncule une direction plus horizontale. De cette partie horizontale se détache une éminence rougeâtre distinctement limitée, que l'on peut clairement reconnaître pour une stipule soudée. Ce dernier cas a ainsi beaucoup d'analogie avec celui que nous venons de citer à propos d'un *Nasturtium*. La différence est seulement que, dans le *Brassica*, les stipules étaient unies au pédoncule, tandis que dans le *Nasturtium* elles étaient totalement libres. A l'exception de quelques espèces de *Brassica*, nous n'avons remarqué d'union entre les stipules de la bractée et le pédoncule que dans un exemplaire de *Moricandia hesperidiflora*, dans lequel la plupart des pédoncules étaient munis de grandes bractées foliacées totalement libres, ou soudées au pédoncule dans une étendue plus ou moins longue et d'une manière assez irrégulière. Nous avons de plus observé dans *Lunaria rediviva*, *Hesperis matronalis* et *Thlaspi arvense*, l'existence simultanée de stipules près de la base du pédoncule, et d'un rudiment de la bractée mère un peu en haut du pédoncule, mais sans que ces trois parties placées en triangle fussent unies par des lignes élevées. Dans toutes ces plantes, les stipules bractéales sont constantes, mais le rudiment ne se rencontre que comme une exception sur le pédoncule le plus bas de la grappe, plus rarement sur quelqu'un des supérieurs. D'après ces observations, nous ne mettons pas en doute que la tache triangulaire qui se trouve sur la partie la plus inférieure des pédoncules dans *Chei-*

ranthus Cheiri et *Cheiranthus semperflorens*, et qui souvent, surtout pendant la floraison, se distingue du reste du pédoncule rougeâtre par une couleur verte plus prononcée, n'indique l'union d'une bractée rudimentaire avec le pédoncule. On sait que, dans des conditions anormales, on a trouvé des bractées dans ces plantes.

C'est dans un double but que nous nous sommes étendu si longuement sur l'apparition des bractées dans les Crucifères. D'abord nous désirions démontrer qu'il existe de bonnes raisons pour admettre que dans ce cas l'avortement véritable d'une feuille mère a lieu, et qu'ainsi l'axe latéral sort également ici de l'aisselle d'une feuille. Puis nous désirions contribuer à l'adoption d'une opinion qui est d'une haute importance morphologique, mais qui dans ces derniers temps a été fortement contestée, savoir, que la base d'une feuille peut, dans des conditions normales, s'unir originairement avec un axe; car, comme nous avons tâché de le démontrer, les bractées des Crucifères disparaissent dans plusieurs cas, en s'unissant au pédoncule dans un état rudimentaire. Que cette union soit primitive, c'est-à-dire que la feuille et la tige n'aient, dans ces cas, jamais été séparées, cela nous paraît fort probable, sans pourtant que nous en ayons la preuve directe.

On sait qu'une semblable union primitive entre la bractée mère et le pédoncule sorti de son aisselle se présente dans plusieurs autres familles. Nous nous contenterons de citer les espèces du genre *Spiræa*. Dans plusieurs de celles-ci, une petite bractée rudimentaire sort de la mi-hauteur environ du pédoncule, ou même (*Spiræa Aruncus*) de l'extrémité supérieure de celui-ci, près de la base du calice. Cette position de la bractée sur la face antérieure du pédoncule prouve qu'elle n'appartient pas à ce dernier, mais au rachis d'inflorescence.

Il faut s'arrêter à l'une de ces deux alternatives : ou la bractée est soudée au pédoncule; ou bien la partie du rachis, située immédiatement au-dessous de la base du pédoncule et de la bractée, s'est séparée du reste du rachis, et forme la base apparente du pédoncule. Selon nous, une troisième explication susceptible d'être admise étant introuvable, et tout le monde devant avouer

que la seconde alternative mérite à peine quelque considération, il paraît démontré que, dans ces cas et autres semblables, et dans des conditions normales de développement, il existe une union complète (primitive) entre la base d'une feuille et un axe.

Mais si la base d'une feuille peut se souder avec l'axe sortant de son aisselle, on a aussi une bonne raison pour supposer qu'elle peut se souder avec l'axe dont elle prend naissance.

Enumération, suivant le Genera plantarum *d'Endlicher, des genres de Crucifères dans lesquels nous avons observé des stipules.*

Les chiffres annexés indiquent le nombre des espèces. Partout où il n'y a pas de chiffre, cela veut dire que nous n'avons observé qu'une espèce, ou si nous en avons observé plusieurs, que nous n'en avons trouvé qu'une seule ayant des stipules.

I. Arabideæ.

1. Mathiola.
   Parolinia (*).
2. Notoceras.
3. Arabis (4).
4. Cheiranthus (2).
5. Nasturtium (3).
6. Barbarea (2).
7. Streptanthus.
8. Cardamine (7).
9. Pteroneuron.

II. Alyssineæ.

10. Lunaria (2).
11. Farsetia.
12. Berteroa (2).
13. Aubrietia.
14. Vesicaria (2).
15. Koniga (Lobularia) (2).
16. Schiwereckia.
17. Aurinia.
18. Alyssum.
19. Clypeola.
20. Peltaria.
21. Draba (4).
22. Erophila.
23. Cochlearia.
24. Armoracia (2).
25. Tetrapoma.

III. Thlaspideæ.

26. Thlaspi (3).
27. Teesdalia.
28. Iberis (2).
29. Biscutella (5).

IV. Anastaticeæ.

30. Anastatica.

V. Euclidieæ.

31. Ochthodium.

VI. Cakilineæ.

32. Cakile.
33. Chorispora (2).
34. Cordylocarpus.

VII. Sisymbrieæ.

35. Malcolmia (3).
36. Hesperis (3).
37. Sisymbrium (6).
38. Erysimum (3).
39. Smelowskia.

(*) Observé par M. J. Gay dans le Jardin des plantes de Paris.

VIII. Camolineæ.

40. Camelina (3).

IX. Lepidineæ.

41. Capsella.
42. Jonopsidium.
43. Hutchinsia.
44. Lepidium (7).
45. Hymenophysa.

X. Isatideæ.

46. Isatis.
47. Neslia.
48. Myagrum.

XI. Anchonieæ.

49. Goldbachia

XII. Brassiceæ.

50. Brassica (3).
51. Sinapis (3).
52. Moricandia (2).
53. Diplotaxis.
54. Eruca.

XIII. Velleæ.

55. Vella.
56. Carichtera.
57. Succowia.

XIV. Psychineæ.

58. Psychine.

XV. Zilleæ.

59. Calepina.

XVI. Raphaneæ.

60. Crambe (4).
61. Rapistrum.
62. Enarthrocarpus.
63. Raphanus (2).

XVII. Buniadeæ.

64. Bunias (2).

XVIII. Erucarieæ.

65. Erucaria.

XIX. Senebiereæ.

66. Senebiera (2).

XX. Subularieæ.

67. Subularia.

XXI. Heliophileæ.

68. Heliophila.

---

69. Schizopetalum.

II. Les stipules du *Lotus*, du *Dorycnium* et du *Bonjeania*.

On sait que le genre *Lotus* de Linné a été divisé par quelques auteurs modernes en plusieurs genres ou sous-genres. La formation des feuilles et des stipules et l'inflorescence n'ont pas été sans importance pour l'établissement de ces genres. M. Bentham a ainsi proposé de ne compter parmi les *Hosackia* que les espèces de ce genre, qui ont des feuilles pennées et les fleurs disposées en ombelle; tandis que les espèces à pédoncules uniflores et à feuilles trifoliolees sont par lui rangées en un groupe particulier du genre *Lotus*. De son côté, Bernhardi, guidé par un caractère foliaire, a établi un genre particulier (*Anisolotus*) pour les *Hosackia*, dont les folioles avortent sur un des côtés du rachis de la feuille.

On doit convenir que les stipules, apparaissant comme folioles pétiolulées dans les *Lotus*, *Bonjeania* et *Dorycnium*, comme sti-

pules ordinaires dans *Tetragonolobus*, et comme de toutes petites glandes dans plusieurs espèces de *Hosackia*, offrent l'exemple de quelques-uns des cas extrêmes qui se rencontrent dans la formation de ces organes parmi les Légumineuses.

On sera surpris de ce que des plantes, entre lesquelles, à tous autres égards, il existe une affinité si proche, comme entre les *Anisolotus* de Bernhardi et les vrais *Lotus*, offrent une telle différence dans la formation foliaire, que les premières pourraient avoir des feuilles pennées avec de toutes petites stipules glanduliformes, et les dernières, les vrais *Lotus*, des feuilles trifoliolées avec de très grandes stipules foliacées, qui, en ce qui regarde la structure, la forme et la grandeur, ressemblent à peu près entièrement aux folioles des mêmes plantes.

Ce désaccord frappant dans la formation du même organe dans plusieurs *Hosackia*, d'une part, et les *Lotus*, *Bonjeania* et *Dorycnium*, de l'autre, nous a fait entreprendre un examen plus exact des feuilles de ces plantes. Mais de semblables recherches ne pouvant guère être entreprises que sur des plantes vivantes, nous avons dû nous restreindre aux espèces peu nombreuses qui sont cultivées dans le jardin des plantes de Christiania.

Du genre *Hosackia*, nous n'avons pu examiner que trois espèces, savoir : *Hosackia Purshiana*, *Hosackia subpinnata* et *Hosackia Wrangeliana*. Ces trois plantes ont toutes, comme on le sait, des stipules réduites à l'état de glandes. Les deux dernières, les *Anisolotus* de Bernhardi, ont des stipules brun rougeâtre, subulées, dont la longueur varie entre $0^{mm},45$ et $0^{mm},55$. Les stipules de l'exemplaire de *Hosackia Purshiana* que possède notre jardin ont une coloration pareille à celle des précédentes, mais elles ont la forme d'une petite écaille. Elles sont plus larges que longues ; leur sommet est obtus et souvent échancré, et leur grandeur entière ne dépasse pas $0^{mm},15$ à $0^{mm},25$.

En conservant le souvenir des formes de ces stipules, nous passons à l'examen des organes correspondants dans quelques plantes voisines : les vrais *Lotus*. Nous avons été à même d'examiner environ une vingtaine d'espèces du genre *Lotus*, dans le sens qui lui est généralement attribué pour le moment. Dans toutes

ces espèces, moins une seule peut-être, on trouve sur le rachis de la feuille, au-desous et tout près du pétiolule des prétendues stipules, une toute petite glande généralement jaune rougeâtre ou noir-pourpre. Dans quelques espèces, les glandes sont tellement petites, qu'elles peuvent facilement échapper à la vue, surtout quand la plante est très velue. Dans ce cas, on les cherche avec le microscope simple, et l'on peut facilement les détacher du rachis, afin de les observer sous un grossissement plus fort.

Leur longueur varie de $0^{mm},09$ à $0^{mm},30$; le plus souvent elle est de $0^{mm},15$. La longueur moyenne, résultant de 34 mesures de glandes prises dans toutes les espèces examinées, est de $0^{mm},16$. C'est le *Lotus corniculatus* qui nous a offert les plus petites glandes, et le *Lotus Jacobæus* les plus grandes.

En règle générale, il n'existe qu'une de ces glandes de chaque côté du rachis, immédiatement au-dessous des prétendues stipules ; elles forment par conséquent la paire inférieure d'organes latéraux sur la base du rachis.

Leur forme, ainsi que leur grandeur, varie quelque peu dans la même espèce, et encore plus dans des espèces différentes. Dans plusieurs espèces, elles ont la forme d'une petite écaille un peu moins longue que large. Leur sommet est ou arrondi, ou obtus, ou bien faiblement échancré, et dans ce cas apiculé au milieu de l'échancrure, ou apiculé des deux côtés. Dans d'autres espèces, les glandes sont plus allongées ; elles peuvent alors être ovées, et terminées en pointe ou semi-ovées, souvent lancéolées avec une base dilatée, ou subulées, ou même tout à fait linéaires et sétiformes. Il va sans dire que c'est parmi ces formes allongées que l'on trouve les glandes les plus longues, quoique les glandes sétiformes puissent dans certains cas être aussi courtes que les squamiformes. Si elles sont très fines et sétiformes, comme par exemple dans le *Lotus creticus*, elles se dessèchent facilement, et tombent par suite d'articulation. Quand cette plante est recouverte de longs poils, il faudra chercher, à l'aide de l'aiguille, entre les poils des jeunes feuilles, afin de se convaincre de la présence des glandes. Dans le *Lotus Jacobæus*, les glandes s'atténuent le plus souvent d'une base lancéolée en une longue pointe subulée. Mais

de la base de la glande sort, assez souvent du côté le plus éloigné du centre de l'aisselle, une autre pointe plus petite, circonstance qui peut-être a ses analogues dans certaines plantes d'autres genres voisins.

On ne saurait guère douter que les glandes ici signalées ne soient des organes absolument de la même signification que les stipules glanduliformes ci-dessus décrites du *Hosackia*. Leur présence constante, leur position fixe sur la partie inférieure du rachis de la feuille, leur forme, coloration et grandeur, répondent si parfaitement aux glandes du pétiole du *Hosackia*, que dans plusieurs cas on aurait de la peine à les distinguer les unes des autres, même avec le microscope. Si, par conséquent, les glandes pétiolaires des *Hosackia* sont de vraies stipules, quoique rudimentaires, on doit aussi considérer les organes parfaitement analogues des *Lotus* comme leurs vraies stipules. Mais si une fois nous admettons que ces glandes sont des stipules, les segments que l'on décrit habituellement comme *stipulæ liberæ folioliformes* doivent naturellement être ce que toute leur apparence porte à supposer : de vraies folioles un peu éloignées des autres, et situées à la place où se trouvent ordinairement les stipules. Pendant la préfoliation, elles se chargent du rôle que les stipules glanduliformes sont hors d'état de remplir ; car, en se joignant comme deux valves, elles renferment tout le reste du jeune bourgeon.

Les feuilles du *Lotus* ne sont donc pas trifoliolées, mais imparipennées, à deux paires, avec la paire inférieure placée tout près de la base du rachis, cachant ainsi les stipules glanduliformes qui sont fort petites, et en général jaune rougeâtre ou noir pourpre.

Pour la formation des feuilles, il y a une grande analogie entre les *Lotus* et les *Hosackia ;* l'anomalie que les stipules des premiers paraissent offrir n'est qu'apparente, les vraies stipules de ces plantes échappent habituellement à la vue.

Comme on le sait, la paire inférieure des folioles des *Lotus*, que pour abréger nous appellerons *pseudo-stipules*, se distingue des autres folioles, dans un assez grand nombre d'espèces, d'abord par une différence dans la grandeur, ensuite elles sont plus inéquilatérales, et ont leur plus grande largeur à la base, tandis que les

autres folioles, dans les mêmes espèces, s'élargissent dans le sens contraire, c'est-à-dire de bas en haut. On ne saurait nier que l'aspect des pseudo-stipules se rapproche par ces particularités tout autant de la forme des stipules ordinaires qu'il s'éloigne des autres folioles. Ceci pourrait être un argument contre l'opinion qu'elles sont de vraies folioles; mais nous devons faire observer que la même altération de forme, quoique à un degré moindre, a également lieu dans la paire supérieure des folioles, et que par conséquent l'irrégularité des pseudo-stipules n'est qu'une modification plus prononcée. C'est, en outre, un fait tout ordinaire, comme l'a remarqué De Candolle, que la moitié inférieure des folioles latérales des feuilles pennées soit plus fortement développée que la moitié supérieure, ce qui fait que ces folioles deviennent toujours un peu inéquilatérales.

Un coup d'œil jeté sur les bractées des *Lotus* donne aussi des éclaircissements quant à la question qui nous occupe, et nous nous permettrons pour cette raison d'en dire quelques mots.

Quand les bractées communes (1) sont trifoliolées, ce sont les pseudo-stipules qui ont disparu, et non la paire supérieure des folioles, quoiqu'on puisse quelquefois s'y tromper.

La chose peut paraître assez douteuse, quand le pétiole de la bractée est très raccourci ; car le raccourcissement porte alors sur la partie inférieure du pétiole, ce qui fait que les folioles latérales

(1) On sait que l'inflorescence des *Lotus*, comme celle des genres voisins, est toujours composée, même lorsqu'elle est uniflore ; le pédicelle de la fleur étant lié par une articulation au sommet du pédoncule commun. La bractée est une feuille appartenant à l'ensemble de l'inflorescence, et de l'aisselle de laquelle il ne sort jamais un pédicelle, ce qui est prouvé, et d'une manière indubitable, par la position de la fleur relativement à cette feuille, partout où l'inflorescence est uniflore ; car l'étendard de la fleur solitaire est placé du même côté que la bractée, et la fleur ne peut par conséquent être sortie de son aisselle. Nous rappellerons en passant qu'une recherche attentive montrera, dans la plupart des espèces de Lotus, indépendamment de cette bractée commune, les bractées partielles de l'aisselle desquelles sortent les pédicelles. Ces bractéoles sont tout à fait rudimentaires, souvent glanduliformes ou en forme de petite verrue, parfois tout à fait cachée entre les longs poils amassés en grande quantité à cet endroit.

supérieures prennent la place qu'occupent les pseudo-stipules dans la feuille caulinaire ordinaire. Mais là où le pétiole de la bractée est plus allongé, la place vacante sur la partie inférieure indique que ce sont les pseudo-stipules qui ont disparu.

Il nous semble que les *Tetragonolobus* sont si rapprochés des *Lotus*, qu'une comparaison avec ceux-ci peut être permise. On se rappelle que les *Tetragonolobus* ont souvent des bractées trifoliolées où manquent les stipules. Ces bractées ressemblant, du reste, parfaitement à celles des *Lotus*, il paraît tout naturel de supposer que ce sont aussi les organes latéraux inférieurs (les pseudo-stipules) qui disparaissent dans ces derniers.

Les faits observés semblent donc démontrer que dans les *Lotus* ce sont, comme nous l'avons déjà dit, les folioles latérales supérieures qui restent, et les pseudo-stipules qui manquent dans les bractées trifoliolées. Or on remarquera que cette paire supérieure devenue l'unique, et par cette raison en même temps l'inférieure du rachis, peut dans plusieurs cas prendre à peu près tout l'aspect particulier qui distingue les pseudo-stipules des feuilles caulinaires. Nous avons le droit d'en conclure que la formation particulière des pseudo-stipules est seulement la conséquence de leur position à la base du rachis. On ne saurait donc chercher dans leur forme altérée une objection contre leur nature de vraies folioles.

Nous avons pu nous convaincre seulement dans deux ou trois cas, et de la manière la plus distincte dans le *Lotus Jacobæus*, que les bractées communes peuvent être munies de leurs stipules glanduliformes, alors que manquent les pseudo-stipules. Les vraies stipules peuvent par conséquent, au moins exceptionnellement, se présenter comme plus constantes que les pseudo-stipules, quoiqu'elles disparaissent dans la règle simultanément avec celles-ci Cependant nous devons faire observer qu'en étudiant ce point, on pourrait facilement se tromper en prenant les bractéoles (voir la note, page 132) les plus rapprochées pour les stipules de la bractée commune. Les premières peuvent parfaitement prendre le même aspect que les stipules; mais elles sont en général un peu plus grandes, et jamais placées sur la base même de la bractée commune.

En considérant de quelle manière un organe appendiculaire entier, c'est-à-dire une bractéole, peut se réduire à une glande du même aspect particulier que celui des glandes signalées sur la base du pétiole, on sera peut-être moins mal disposé à admettre l'opinion que ces dernières sont aussi des organes d'un degré supérieur, mais dégénérés.

Notre jardin ne possède que les quatre espèces du genre *Dorycnium* qui appartiennent à la flore de la France. En examinant leurs feuilles, nous y avons trouvé les mêmes rapports que dans le *Lotus*. Ce qu'on décrit ordinairement comme des stipules, uniquement parce que ce sont des organes placés tout au bas du pétiole fortement raccourci, n'est, à notre avis, qu'une paire de folioles. Les vraies stipules sont réduites à des glandes cachées derrière les folioles, que l'on considère habituellement comme des stipules. La longueur des stipules varie de $0^{mm},12$ à $0^{mm},25$. Elles ont tantôt la forme d'une petite écaille, sont courtes et larges, un peu inéquilatérales, mais rarement; tantôt elles sont plus allongées et linéaires. Leur coloration varie entre le jaune d'or et le noir pourpre. Dans le *Dorycnium suffruticosum*, on trouve quelquefois que la petite glande qui joue le rôle de stipule est munie à la base d'un appendice de même nature qu'elle, et assez souvent deux glandes remplacent ensemble une stipule. Dans le *Dorycnium gracile*, le pétiole est souvent allongé un peu au-dessous des pseudo-stipules, et les stipules se trouvent alors un peu éloignées des pétiolules de ces dernières sur la partie inférieure de la base du pétiole. Dans le *Dorycnium herbaceum*, la bractée commune qui, comme on sait, est trifoliolée, et souvent placée un peu au-dessous de l'ombelle, est (toujours?) garnie de ses stipules glanduliformes, tandis que les pseudo-stipules y manquent. Nous n'avons pas observé s'il en est de même des autres *Dorycnium*.

Dans le *Bonjeania*, les stipules sont absolument de la même nature que dans le *Dorycnium* et le *Lotus*.

Les *Tetragonolobus*, d'après le peu d'espèces que nous en connaissons, se distinguent, à plusieurs égards, des autres genres formés aux dépens du *Lotus* linnéen, plus que ces derniers ne diffèrent entre eux. Ils ont, comme on sait, des stipules qui, par

leur structure, leur coloration, leur forme et leur position, sont entièrement différentes des folioles, et s'harmonisent tout à fait avec les stipules que l'on trouve dans la plupart des Légumineuses. Cependant comme ce genre est assez rapproché du *Lotus*, du *Dorycnium* et de l'*Hosackia*, il est intéressant de savoir si des glandes semblables à celles que nous avons trouvées dans ces derniers genres se retrouvent également dans celui-ci. En examinant la place où le bord inférieur des stipules se perd dans la tige, place qui se trouve souvent du côté opposé à celui où la nervure moyenne de la feuille est insérée, on se convaincra de la présence fréquente de deux glandes, quelquefois trois, groupées en un seul faisceau, de couleur purpurine, et d'une longueur de $0^{mm},2$ à $0^{mm},4$. Le plus souvent elles sont acuminées-subulées, à base élargie et arquées en faucille. Ces glandes sont-elles de vraies stipules, et les organes que nous appelons *stipules* ne sont-ils qu'un développement particulier des segments les plus bas en forme d'oreillettes? Cette question est d'une telle nature, que pour le moment elle ne saurait être que difficilement résolue d'une manière définitive. L'analogie des formes voisines parle également pour les deux manières de voir. La formation particulière, la position et l'insertion des organes dont il s'agit, rendent probable que ce que nous appelons des *stipules*, sont aussi réellement les vraies stipules. Les glandes doivent être plutôt considérées comme analogues aux glandes secondaires stipulaires, généralement plus petites dans le *Dorycnium suffruticosum* et autres, par conséquent comme une partie séparée et particulièrement développée de la vraie stipule. Une étude minutieuse des espèces de *Hosackia*, qui constituent le sous-genre *Euhosackia*, fournira peut-être des éclaircissements qui pourront aider à la solution précise du problème.

III. — Les stipules des Épilobiacées.

On décrit assez ordinairement les Épilobiacées comme dépourvues de stipules. Cela paraît être vrai pour la plus grande tribu de la famille, celle des Épilobiées, ainsi que pour la tribu des Gaurées. Mais dans les autres tribus, Lopéziées, Fuchsiées, Jussieuées et

Circæacées, toutes les plantes que nous avons examinées à l'état vivant étaient pourvues des stipules latérales caulinaires qui ont été décrites par M. Spach. Ici les stipules sont tellement grandes, qu'elles ne peuvent avoir échappé aux botanistes qui ont refusé des stipules à cette famille. Mais les stipules manquaient dans les Épilobiées qui formaient la masse de la famille, et l'on aura conclu de là que les autres tribus devraient être pareillement exstipulées.

Toutes les espèces de *Fuchsia* et de *Circæa* que nous avons examinées ont des stipules d'une longueur de $0^{mm},4$ à $0^{mm},8$ ou plus encore, glanduliformes, étroites, lancéolées ou subulées, parfois arquées en faucille, glabres ou pubescentes; elles se distinguent dans ces deux genres par cette particularité qu'elles sont rétrécies à trois ou quatre endroits, de manière à devenir moniliformes, et quelquefois elles tombent article par article de haut en bas. Aux endroits rétrécis, la stipule est formée par des rangées transversales de cellules beaucoup plus raccourcies que les cellules des parties intermédiaires dilatées, et s'atrophiant plus rapidement que celles-ci. Dans les jeunes feuilles non encore épanouies, on se convaincra facilement que les stipules ne manquent jamais, et qu'en général il n'en existe qu'une de chaque côté du pétiole.

Plus la feuille est jeune, cependant jusqu'à un certain point de son développement, plus la stipule est grande. Dans le bourgeon axillaire d'un *Circæa alpina*, nous avons mesuré une feuille longue de $0^{mm},60$ accompagnée d'une stipule longue de $0^{mm},38$, celle-ci dépassant par conséquent la moitié de la feuille. A un âge moins avancé, quand la feuille ne forme encore qu'un petit mamelon, on pourra rencontrer des stipules qui égalent ou dépassent même la feuille à laquelle elles appartiennent : ainsi nous conservons une préparation d'un bourgeon axillaire très jeune, où deux feuilles seulement sont ébauchées en forme de petits mamelons opposés. Le plus grand mamelon a environ une longueur (hauteur) de $0^{mm},38$, tandis que l'une de ses stipules mesure $0^{mm},50$, c'est-à-dire un quart environ de plus que la feuille.

On observe également avec facilité, dans les *Fuchsia*, que la stipule atteint son développement complet longtemps avant la feuille. Lorsque la génération des cellules est suspendue dans la

stipule, elle est encore en pleine activité dans le bas du limbe de la feuille. Les cellules mères, dans lesquelles naissent les cellules semi-lunaires des stomates, sont encore pour le plus grand nombre en voie de formation, et les cellules de l'épiderme sont toutes petites et remplies d'une matière non limpide. Des groupes de ces jeunes cellules alternent avec d'autres, dont les cellules sont presque complétement développées.

Mais il paraît tout aussi certain que le premier rudiment de la feuille naît un peu avant l'apparition des premières traces de stipules. Il est cependant prouvé par le fait suivant que les rapports de temps n'ont pas une très grande importance, et peuvent subir des variations considérables : dans le même bourgeon axillaire de *Circæa alpina* dont il vient d'être question, il existait d'un côté de l'axe deux stipules, une pour chacune des feuilles opposées, et toutes deux plus longues que leurs feuilles, tandis que de l'autre côté il n'existait pas de traces de stipules. Ce désaccord dans le développement des stipules des deux côtés de la même feuille a moins lieu de nous étonner, lorsque nous considérons que ces organes sont réduits à un nombre assez restreint de cellules, dont la plupart ont une face libre et exposée à l'influence de l'air atmosphérique, ce qui, favorisant l'évaporation, et par cela même accélérant l'affluence du fluide nutritif, fait que ces stipules se développent de même que des poils, etc., avec une extrême rapidité. On n'a donc pas besoin de supposer une grande différence de temps dans l'apparition primitive des stipules de la même feuille, pour que la première puisse avoir atteint un développement considérable avant l'apparition de la seconde.

Dans le *Lopezia coronata*, les stipules ont souvent une longueur de plus d'un millimètre ; elles sont à peu près cylindriques, et s'atténuent d'une base lancéolée en une pointe subulée. Quand la feuille est complétement développée et épanouie, les stipules sont déjà fanées, tout au moins vers la pointe ; mais elles persistent néanmoins assez longtemps sur la tige, souvent même après la chute de la feuille dont la base est articulée. A une époque plus avancée, toutes les cellules de la stipule, ou au moins celles qui composent leur base élargie, sont remplies d'un fluide rouge

Mais si l'on examine un bourgeon très jeune, on trouvera que le contenu des mêmes cellules est plus verdâtre, et que quelques-unes d'entre elles, plus grandes, sont tout à fait remplies de raphides. Dans les stipules, nous n'avons observé ces cellules à raphides que dans le *Lopezia* et le *Jussiœa*, tandis qu'elles existent en abondance dans les feuilles de toutes les Épilobiacées que nous avons examinées. Dans un jeune bourgeon de *Lopezia*, nous avons remarqué une feuille d'une longueur de $0^{mm},45$, et dont la stipule mesurait $0^{mm},25$, c'est-à-dire plus de la moitié de la feuille.

Le *Jussiœa longifolia*, le *Ludwigia alterniflora* et l'*Isnardia palustris*, sont tous munis de stipules glanduliformes, qui dans le *Jussiœa* ont une longueur de $0^{mm},60$ à $0^{mm},80$, dans le *Ludwigia* de $0^{mm},20$ à $0^{mm},34$, et dans l'*Isnardia* seulement de $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$. Leur coloration est pourpre ou rouge brunâtre dans le *Ludwigia* et l'*Isnardia*, jaunâtre dans le *Jussiœa*.

Dans les vraies Épilobiées, savoir : *Epilobium*, *Œnothera*, *Clarkia*, *Eucharidium*, etc., nous n'avons jamais trouvé de stipules; nos observations ne comprennent cependant que bien peu de représentants de ces genres.

Beaucoup de ces Épilobiées, mais pas toutes, ont des feuilles qui se distinguent par un autre phénomène qui, comme les stipules des autres tribus, se montre à une époque précoce du développement, et disparaît avant que la croissance de la feuille soit achevée. De l'extrémité supérieure des jeunes feuilles naît un appendice particulier, qui est tantôt ovoïde, tantôt renflé dans la partie supérieure en forme de massue ou capitule, avec un support plus contracté. Cet appendice se compose de cellules remplies d'un fluide plus limpide, et qui sont plus grandes que celles qui composent le reste de la feuille à cette époque de son évolution. Les cellules périphériques se terminent en dehors, surtout celles qui forment la partie supérieure de l'appendice, en une papille obtuse et arrondie, souvent renflée en forme de massue. Ceci donne à l'appendice quelque ressemblance avec un stigmate. Quand la feuille s'épanouit, l'appendice stigmatoïde présente une saillie peu sensible sur son sommet. Mais plus la feuille est jeune, plus

l'appendice est grand en raison du reste de la feuille (1) ; de sorte que, dans de très jeunes feuilles, il forme une partie considérable de la feuille entière. Dans les feuilles les plus jeunes, au contraire, qui n'apparaissent que comme un petit mamelon, on ne trouve pas encore l'appendice. Quoique formant ainsi le sommet de la feuille, l'appendice n'est pas la partie qui naît la première, mais bien celle qui la première, et même longtemps avant le reste de la feuille, atteint son complet développement. Quant à la fonction de cet organe particulier, il paraît probable qu'il joue un rôle semblable à celui des poils sur les organes qui sont en train de se développer. La forme présente un certain intérêt, en ce qu'elle rappelle beaucoup la forme que prend la même partie de la feuille quand elle se présente comme feuille carpellaire.

VI. — Les simples Lythrariées.

Les Lythrariées sont aussi une des familles qu'on décrit généralement comme dépourvues de stipules, mais peut-être aussi généralement sans raison. Dans le nombre restreint des plantes de la famille que nous avons eu occasion d'examiner à l'état vivant, savoir : deux espèces de *Lythrum*, plusieurs *Cuphæa*, deux *Peplis*, deux *Ammania* et un *Heimia*, nous avons toujours trouvé une rangée de 4-6-10 glandes dans l'aisselle des feuilles, c'est-à-dire une phalange de 2-3-5 de chaque côté. Elles sont subulées, lancéolées ou oblongues-linéaires, et un peu rétrécies à la base dans la plupart des espèces. La couleur des glandes adultes est ou rouge

(1) Une jeune feuille de l'*Epilobium angustifolium* est, dans sa totalité, longue de 0,70 m/m et a un appendice de 0,34 m/m, qui par conséquent fait presque la moitié de la feuille. Une autre feuille de la même plante est d'une longueur de 0,69 m/m, et son appendice de 0,38 m/m. Sur une feuille plus jeune encore, l'appendice est d'une longueur de 0,14 m/m, les cellules sont peu développées et remplies d'un liquide trouble, tandis que tout le reste de la feuille n'a qu'une longueur de 0,12 m/m, moindre par conséquent que l'appendice. Nous avons trouvé des rapports semblables dans plusieurs autres espèces d'*Epilobium*, dans *Clarkia* et *Eucharidium*. Sur une feuille de l'*Œnothera viminea*, longue de 0,19 m/m, nous ne pouvions découvrir un appendice stigmatoïde, tandis qu'une autre feuille un peu plus avancée était en train de former son appendice.

pourpre (les espèces de *Lythrum*), ou elle garde la nuance verdâtre (quelques espèces de *Cuphæa*) que les glandes rouge pourpre ont dans un âge moins avancé, ou bien elle est d'un jaune-paille sale (les espèces de *Peplis*), ou enfin pendant le dessèchement des glandes elle devient brun noir (*Ammania*). La structure des glandes ne varie que quant à la grandeur des cellules dont elles sont composées. Nous avons remarqué les plus grandes cellules dans les espèces de *Lythrum*, les plus fines et les plus petites dans les *Peplis*. Quant à la grandeur des glandes, elle varie tellement dans les différents sujets où nous avons pris des mesures, surtout pour les glandes les plus extérieures de l'aisselle, que la longueur de ces dernières dans les espèces de *Peplis* a été de $0^{mm},10$ à $0^{mm},20$, dans les *Ammania* de $0^{mm},19$ à $0^{mm},30$, dans les *Lythrum* de $0^{mm},25$ à $0^{mm},46$, et dans les *Cuphæa* de $0^{mm},56$ à $0^{mm},72$.

Les remarques déjà faites, relativement aux stipules des Épilobiacées et des Crucifères, sont également applicables au développement des glandes axillaires des Lythrariées (1).

Si nous osons tirer une conclusion des quelques plantes que nous avons examinées, nous dirons que les glandes axillaires sont, dans cette famille, une formation constante, apparaissant

(1) Une toute jeune feuille de *Lythrum Salicaria*, d'une longueur de 0,50 m/m, fut trouvée accompagnée de glandes axillaires extérieures d'une longueur de 0,15 à 0,25 m/m, par conséquent environ la moitié de la feuille. Le développement de la feuille de haut en bas, quant à la phériphérie, était fort bien exprimé par le différent degré de développement des poils marginaux. Le poil impair placé sur le sommet était le plus long, tandis que les autres poils, les latéraux, diminuaient régulièrement en grandeur selon leur position plus basse. Sur une autre feuille d'une longueur de 0,20 m/m, nous avons observé, et avant toute apparition du poil terminal qui se forme le premier de tous, les glandes axillaires égalant presque la feuille.

Dans le bourgeon axillaire de *Cuphæa purpurea*, nous avons trouvé une feuille longue de 0,31 m/m avec des glandes axillaires de 0,25 m/m. Une jeune feuille de *Cuphæa hybrida*, longue de 0,50 m/m et déjà garnie des poils glandulifères, était accompagnée de glandes axillaires ayant à peu près les $\frac{3}{4}$ de longueur de la feuille. Dans le *Peplis erecta*, une jeune feuille, longue de 0,12 m/m, était pourvue de glandes axillaires de 0,05 m/m de longueur.

dans les plantes qui, quant à la station, l'habitation, la durée, la structure épidermique, le port enfin, sont fort différentes, c'est-à-dire dans des annuelles couchées, des vivaces dressées, des ligneuses, des glabres et des velues, etc.

Les mêmes raisons qui nous ont amené à considérer les glandes axillaires des Crucifères comme des stipules existent également pour ce qui concerne les Lythrariées.

CONCLUSION.

Les vues morphologiques que nous avons voulu affirmer par les observations précédentes sont en résumé ce qui suit :

Les feuilles de la plupart des Crucifères sont accompagnées de stipules rudimentaires glanduliformes. Les stipules sont le plus fréquemment au nombre de deux, une du côté droit et une du côté gauche de l'aisselle. Parfois toute une série de glandes axillaires représente une stipule. En général, les stipules sont fixées sur la limite entre la tige et la face supérieure de la feuille, mais rapprochées d'une telle manière du bord de la feuille ou même placées un peu en dehors de l'aisselle (pourtant au même niveau), qu'elles semblent être latérales. Parfois elles sont insérées sur la feuille elle-même près de sa base. Elles sont ou sessiles et plus ou moins planes, et inéquilatérales dans leur contour, ce qui est très fréquent, ou équilatérales et atténuées vers la base en un pédicelle, ce qui est plus rare, ou entièrement linéaires et piliformes, et alors moins aplaties.

Dans les Crucifères, on trouve assez fréquemment des traces de bractées rudimentaires; lorsqu'elles disparaissent, c'est par un simple avortement, ou parce que le rudiment avorté s'est originairement soudé avec le pédoncule sorti de son aisselle. Dans beaucoup de Crucifères, le limbe de la bractée a tout à fait disparu; on ne le rencontre qu'exceptionnellement et dans un état fort rudimentaire, tandis que les stipules persistent sous la forme de deux glandes, une de chaque côté de tous ou de la plupart des pédoncules de l'inflorescence.

HUITIÈME CENTURIE

DE

PLANTES CELLULAIRES NOUVELLES,

TANT INDIGÈNES QU'EXOTIQUES,

Par Camille MONTAGNE, D. M.

DÉCADE VIII (1).

ALGÆ.

71. HYGROCROCIS DIABETICA Montag. mss. : filis primariis longissimis crassissimis cylindraceis ramosissimis articulatis, articulis ægre conspicuis, fulvis, ramis patentibus continuis aut moniliformi-articulatis, articulis sæpe undique proliferis, fertilibus (sporangiis?) sporulas e rotundo ovoideas foventibus. — HAB. In urina diabeticorum a cl. Chaussat, Societatis Biologicæ sodali, pluribus abhinc annis inventa mecumque benigne communicata.

DESCR. Fila ramosissima, millimetro longiora, 1 1/2 ad 2 1/2 centimillim. crassa, ad speciem continua at revera longissime articulata, septis supra concavis, cylindrica, sensim incrassata, fulva, microgonidiis pulveraceis referta. Rami plerumque patentes, breviores longioresque mixti,

(1) Plusieurs des nouveautés décrites dans cette huitième décade appartiennent aux mycophycées, c'est-à-dire à ces végétaux inférieurs dont les caractères offrent tant d'ambiguïté, qu'on est dans le doute s'il faut les rejeter parmi les Champignons ou parmi les Algues. C'est leur habitation dans les liquides qui décide souvent de la place qu'ils doivent occuper dans le Système. Les quatre premiers numéros croissent surtout dans de singulières conditions. Quelques-unes de ces Algues ont peut-être été déjà vues et même publiées sous d'autres noms. On m'absoudra sans peine, j'espère, de ne pas citer ces synonymes, si l'on réfléchit à l'impossibilité où je suis de les reconnaître dans le chaos d'espèces mal définies où elles sont plongées. Je ne prétends d'ailleurs nullement à l'infaillibilité dont quelques-uns prétendent posséder le privilége.

basi subcontinui æquales, apice subincrassato moniliter articulati. Articuli variiformes, subquadrati aut sphærici, apicales undique proliferi, fertiles sensim majores, supremo tria centimillimetra diametro metiente et sporulis ellipsoideis farcto. Sporulæ primitus globosæ tandem ellipsoideæ, hyalinæ, limpidæ, 0^{mm},0065 adæquantes.

Obs. Je possédais cette singulière Algue depuis plusieurs années dans ma collection, où elle s'était égarée parmi les Oïdium.

On peut voir par les dimensions des filaments qu'on ne retrouve aussi gros dans aucun autre *Hygrocrocis*, par leur continuité apparente, bien qu'à un grossissement considérable on aperçoive de loin en loin une cloison semi-lunaire, par la prolification enfin des articles terminaux, qui en produisent souvent plusieurs autres sessiles ou pédicellés, quelquefois acuminés; on peut voir, dis-je, qu'il ne saurait être question d'établir un rapprochement entre cette espèce et ses congénères; elle formerait plutôt le type d'un nouveau genre. J'ai aussi retrouvé, comme dans la précédente, des sporules très distinctes, même à un grossissement de 300 diamètres, et en assez grand nombre. Quelques rameaux laissent apercevoir des sporanges latéraux, globuleux et sessiles, qui impriment à leur terminaison un facies singulier.

72. Hygrocrocis Castagnei Montag. mss.: filis brevibus (1/5 mm.) radiantibus tenuissimis, 0^{mm},005 circiter diametro æquantibus, hyalinis, ramosis, ramis brevibus erecto-patentibus, articulis deorsum oblongis seu dolioliformibus, sursum globosis, terminalibus in sporam (an sporangium?) intumescentibus sphæricam tandem 1/50 millim. diametro metientem. — Hab. In vulneribus truncorum *Mori albæ* casu aut de industria productis innascitur hæc species singularis, quam inventoris oculatissimi amicissimique nomine designatam volui.

Obs. Cet *Hygrocrocis*, bien différent du précédent par la couleur, s'en distingue encore bien plus, comme de tous les autres, par le lieu et les conditions dans lesquels il se développe. C'est en effet dans les plaies des vieux Mûriers (*Morus alba*) vivants qu'il a été observé à Montaud-lez-Miramas (Bouches-du-Rhône) par mon infatigable confrère M. Castagne, à qui, de même qu'au docteur Guépin, ces Centuries doivent plusieurs bonnes espèces. C'est dans la sève épanchée dans les blessures de l'écorce que cette production prend naissance; elle y nage dans un liquide noirâtre,

mélangé avec les débris bruns des cellules corticales, ce qui, dans les exemplaires étendus sur le papier, lui donne la couleur qu'on nomme *terre d'ombre brûlée*.

C'est toutefois l'une des espèces les plus caractérisées du genre. Les articles ne sont point des endochromes renfermés dans des filaments tubuleux; ils sont reliés par une gangue mucilagineuse qui leur forme une sorte de gaîne. Ce qui m'assure que l'espèce n'est point un mycoderme, c'est d'abord la forme diverse que revêtent les articles, selon qu'on les examine dans le bas de la tige ou dans les rameaux; mais c'est surtout que le premier, ou le plus inférieur, est cylindrique et très allongé. Ceux qui suivent ont la forme de petits tonnelets, c'est-à-dire sont oblongs et tronqués aux deux bouts. Les articles extrêmes sont globuleux, et m'ont paru se métamorphoser en spores caduques. Celles-ci varient de grosseur, et renferment d'un à quatre sporules aussi hyalines qu'elles.

73. Hygrocrocis fusca Montag. mss.: filis primariis tenuissimis ramosissimis achromaticis hyalinis laxe implexis natantibus vix septatis, mox in stratum membranaceum gelatinosum orbiculare contextis, secundariis fertilibusque triplo vel quadruplo crassioribus irregulariter articulatis fuscis (!) articulis variis oblongis sphæricisve hinc inde inflatis gonimicis, tandem in capitulum marginale badium coalitis. — Hab. In dissolutione iodureti potassici loco subobscuro nec sole unquam perfuso servata, hancce speciem insignem observavit mecumque benigne communicavit clar. Fermont, pharmacopola primarius hospitii *la Salpêtrière* vulgo dicti.

Obs. Encore un *Hygrocrocis*, va-t-on dire. Oui, encore un, et ce n'est certes ni le moins étonnant, ni le moins caractérisé des quatre, si l'on considère son origine. M. Fermont, pharmacien en chef de l'hospice de la Salpêtrière, me remit, il y a près d'un an, un flacon, dans lequel je n'avais pu distinguer autre chose qu'un *Leptomitus*. Ce flacon m'étant tombé dernièrement sous la main, je fus fort surpris d'y trouver une production bien différente, que je reconnus pour un *Hygrocrocis*.

La plaque membraneuse qu'il forme dans le liquide a plus de 2 centimètres de diamètre. Sa face inférieure est blanche comme les filaments du *Leptomitus* primordial, bordée seulement d'un étroit liséré brun; mais la supérieure est tout entière de cette dernière couleur. Les filaments qui la composent sont évidemment articulés, extrêmement rameux, à rameaux

ouverts, tandis que ceux de la couche achromatique primitive offrent à peine des cloisons; mais ce qu'ils présentent de remarquable vaut la peine d'être noté. Quelques botanistes ont avancé que les globules disposés sur une seule rangée dans les Leptomitées, dans la Sulfuraire par exemple, où Fontan dit les avoir vus germer après leur sortie, doivent être considérés comme des globules d'air. La chose n'est pas impossible dans quelques cas; mais si nous jugeons par analogie, nous serons conduit à penser qu'il en est autrement pour la présente espèce, où ces globules sériés sont parfaitement bruns, même quand le tube est complétement incolore. Sur le bord de la plaque, très gélatineuse, se réunissent en grand nombre les filaments fertiles, pour donner naissance à un capitule bai-foncé, parfaitement sphérique, et du diamètre de 7 à 8 millimètres. Ces filaments, trois à quatre fois plus gros que les premiers dont ils naissent, et avec lesquels ils sont tissus, mesurent $0^{mm},0035$ à $0^{mm},0060$ en diamètre. Ils sont nettement articulés, mais les articles sont irréguliers, et revêtent les formes oblongues, quadrilatères, rhomboïdales, à angles mousses, sphériques, quelquefois obovoïdes, et allant en s'amincissant vers le sommet, terminé souvent par un filament hyalin. Çà et là un de ces articles se renfle en sporange comme dans le genre *Antennaria*, et contient probablement des corps reproducteurs. M. Fermont, qui en avait conservé un flacon chez lui, y a observé la même production.

* Leptomitus Sulphuraria Kg. et Montag. in litt.: filis simplicibus exilissimis arachnoideis cylindricis diametro circiter septimam centimillimetri partem æquantibus hyalinis obsolete articulatis globulos subæquidistanter seriatos foventibus, in floccos niveos forma maxime varios adhærentesque congregatis. — Hab. In aquis thermalibus sulphureis Galliæ crescit hæc species, cujus ex locis sequentibus : *Bonnes*, *Baréges*, *Saint-Sauveur*, *Bagnères-de-Luchon* et *Saint-Amand*, specimina oriunda in phycophylacio servo. — *Sulfuraire*, Fontan. — *Leptomitus niveus* Montag. olim in *Rapport fait à l'Académie impériale de médecine sur un travail de M. Aulagnier, par M. Isidore Bourdon;* non Agardh, ex Kg.

Obs. Cette production, qui ne figure encore dans aucun *Species Algarum*, au moins sous un nom qui me soit connu, est extrêmement commune dans les sources thermales de Baréges, des Eaux-Bonnes, de Bagnères-de-Luchon et de Saint-Amand, d'où proviennent les nombreux

échantillons conservés dans ma collection. Je suis même redevable à mon savant confrère, M. Isidore Bourdon, d'avoir pu examiner le type même de l'espèce communiqué à Turpin par le docteur Fontan. C'est alors que je reconnus que la place de cette Mycophycée devait être parmi les *Leptomitus*. Si je la rapportai avec quelque doute au *L. niveus*, je vais en exposer les raisons. M. Ch. Agardh ayant observé, dans les bains de Carlsbad, une espèce qu'il ne croyait pas différente du *Conferva nivea* de Dillwyn, et qu'il nomma en conséquence *Leptomitus niveus*, je soupçonnai que la Sulfuraire pourrait peut-être aussi être la même chose. Pour lever toute espèce de doute à cet égard, il aurait fallu avoir pour les comparer un spécimen authentique du *Conferva nivea* de Dillwyn. Mais comment se le procurer? J'avais bien remarqué que, plus tard, dans son *Systema Algarum*, l'illustre phycologiste suédois avait fait passer l'espèce anglaise dans son genre *Calothrix*, et que M. Hassal, dans ses *British Confervæ*, p. 241, en avait fait un *Tolypothrix*. Or l'organisation du filament de la Sulfuraire s'opposait à tout rapprochement avec ces deux genres. Ce fut alors que j'écrivis à mon docte ami de Nordhausen pour lui demander des renseignements sur la Conferve de Dillwyn, lui adressant en même temps un bel exemplaire de Sulfuraire provenant de Bagnères-de-Luchon. Je vais donner la traduction du passage de sa lettre en réponse à la mienne : « Je suis tout à fait de votre avis, que la détermination » de ces formes est extraordinairement difficile, et je pense que ce qu'il y a » de mieux à faire pour celle-ci, c'est de lui imposer le nom de *Leptomitus* » *Sulphuraria*. Je n'ai du *Conferva nivea* Dillw. qu'un petit échantillon » provenant de l'herbier de Binder. Je retrouve que la couleur blanche » dépend de ce que la gaîne des filaments est vide, ou seulement occupée » çà et là par un *Trichoma* articulé. »

Plusieurs médecins ou naturalistes ont donné des descriptions de la Sulfuraire; nous y renverrons. Nous ne pouvons toutefois nous dispenser d'en compléter l'histoire en mentionnant les renseignements suivants qui nous sont fournis soit par l'ouvrage de Fontan, soit par une brochure de M. L. Soubeiran sur la matière organisée des sources sulfureuses, etc., soit enfin par les communications orales ou écrites de M. Cazin.

D'après les observations de Fontan, cette Leptomitée aime les eaux d'une température moyenne, et se rencontre entre les limites de 11 degrés à 36 degrés centigrades et plus. Elle ne peut exister qu'au contact de l'air, et le principe sulfureux paraît aussi indispensable à son développement que la présence d'une substance azotée en dissolution dans l'eau. Les nombreux filaments qui la constituent sont et restent fixés à un fragment

de barégine ou à tout autre corps, et en rayonnent dans plusieurs directions, formant tantôt un simple duvet velouté qui recouvre les pierres et la paroi ligneuse des canaux, tantôt des houppes, des plumets ou des aigrettes, tantôt enfin une sorte de queue de cheval, etc., qui acquiert de grandes dimensions.

* OSCILLARIA ALBA Vauch.: filis pro ratione longis continuis achromaticis, 0mm,00012 ad 0mm,00200 crassis tandem laxe violaceo-punctatis extremitatibus obtusis complicitis ansam amplam formantibus, motu lento sed continuo progredientibus. — HAB. In aqua sulfurea fossarum ædes dominicas cingentium apud *Brayam Comitis* (Brie-Comte-Robert) *Monadi Sulphurariæ* multisque Diatomaceis hancce curiosam algam conviventem inveni. (Conf. *Bulletin de la Soc. imp. et centr. d'agriculture*, 1858.)

OBS. Cette espèce, décrite d'abord par de Saussure et Vaucher, mais bien imparfaitement figurée par ce dernier, m'a paru digne de fixer un moment l'attention. Bory de Saint-Vincent l'ayant observée plus tard, la nomma *O. vibrionide*, et en fit connaître les mœurs à sa manière. Je n'ai pu y voir la moindre apparence de cloison, même à un grossissement de 800 diamètres. Mais dans la même touffe, j'ai pu constater la présence de deux sortes de filaments : les uns parfaitement achromatiques et d'un calibre beaucoup plus fin; les autres, dont le diamètre est plus que double, sont transparents aussi, mais les granules qu'ils renferment, assez espacés, sont d'un violet noirâtre : en sorte que nous aurions tout à la fois dans ma plante l'*O. leptomitiformis*, moins les sommets pointus, l'*O. alba* avec des granules colorés, et l'*O. tigrina*, moins des filaments droits, roides et fragiles. Les granules n'offrent pas non plus d'une manière manifeste cette disposition spirale, qu'on leur attribue dans cette dernière espèce. Le mouvement de progression en avant, observé à plusieurs reprises dans cette Oscillaire, est vraiment remarquable. Je pensais d'abord avoir sous les yeux un vibrion excessivement long (d'où sans doute le nom spécifique de Bory), s'avançant toujours dans la même direction, en suivant, sans le dérouler, l'espèce de cercle ou d'anneau formé par l'entrecroisement (*decussatio*) de ses deux extrémités. Les figures des *Tabulæ phycologicæ* m'ont laissé dans mon incertitude sur la détermination de l'espèce, et je crains fort qu'elle n'en réunisse plusieurs autres d'âge et de conditions diverses.

Je l'ai comparée avec des individus types de l'*O. alba* des *Décades* de M. Kützing, et aussi avec des exemplaires de l'*O. versatilis*, que je tenais de M. le professeur Meneghini sous le nom d'*O. punctata* Corda? Elle a dans le jeune âge une parfaite ressemblance avec la première, ressemblance qui disparaît aussitôt que les granules, d'abord achromatiques, se colorent en violet noirâtre.

Le caractère essentiel de cette Oscillaire consiste donc, à mon avis, dans les *filaments rebouclés*, si bien décrits par de Saussure, et observés aussi par Vaucher. Je dois dire, en finissant, que j'ai rendu témoins des mouvements de cette Algue notre honorable secrétaire perpétuel M. Payen, à qui je devais la communication, et M. Desmazières, fort habile cryptogamiste de Lille. (Voyez plus loin, page 155.)

74. LEPTOTHRIX CONTEXTA Montag. mss.: innatans; filis exilissimis diametro vix septimam millimillimetri partem æquantibus hyalinis, vitris maxime augentibus (800) seriem simplicem globulorum includentibus, in membranam tenuissimam ulvaceam dilute viridem contextis. — HAB. Aquæ stillatæ diu servatæ et agentibus meteoricis subditæ innatantem observavit mecumque communicavit hanc speciem cl. Desportes, Academiæ imperialis medicinæ sodalis.

OBS. Cette Algue pullule dans l'eau distillée longtemps conservée. A tous ses âges, on l'y rencontre mélangée avec un *Protococcus* à nucléus granuleux vert, dont le limbe marginal incolore est assez large; c'est le *P. infusionum*, dont le diamètre varie entre $0^{mm},0035$ et $0^{mm},0075$. Les filaments, d'abord rares, mais toujours simples, bien qu'ils paraissent rameux, deviennent si nombreux, qu'au bout de plusieurs mois ils s'entrelacent, de façon à former des membranes de la plus grande ténuité. Celles ci, qui rappellent certaines Ulvacées, nagent dans le liquide, et on peut les en retirer facilement, au moyen d'une pince, pour les étendre sur le talc, où j'en conserve quelques exemplaires. Vue ainsi en masse, et tissue en membranules d'un vert pâle, l'Algue que ces filaments constituent est lisse et unie dans toute son étendue, à l'exception des bords d'où s'échappent de nombreux bouts de filaments, qui, devenus libres, composent une sorte d'effilé qu'on peut voir à la loupe.

Cette espèce, voisine du *L. æruginosa*, en est toutefois bien distincte, de l'avis du célèbre phycologiste de Nordhausen.

75. Lyngbya lusitanica Montag. mss.: filis crassis curvatis flexuosis laxe intricatis e viridi lutescentibus, $0^{mm},015$ crassis, brevissime articulatis, articulis diametro octuplo brevioribus, vaginis angustis hyalinis. — Hab. In rupibus Oceani Atlantici ad oras Lusitaniæ prope *Luzon d'Obidos* a cl. Welwitsch, anno 1850 collecta et cum aliis multis jam publico jure factis mecum communicata.

Obs. J'avais pendant longtemps considéré cette Algue soit comme le *L. Salina*, soit comme le *L. obscura*, et l'on voit qu'en effet, dans le doute où je flottais, je ne me suis pas hâté de la publier. Aujourd'hui que j'ai quelques congénères à soumettre à l'analyse microscopique, je profite de la circonstance pour l'étudier de nouveau. A l'époque où je l'ai reçue, je n'avais pour objet de comparaison ni l'une ni l'autre de ces espèces. Depuis, la première m'est venue de M. Kützing, et la seconde de M. Rabenhorst. Je trouve d'abord que la manière dont l'espèce portugaise est étendue sur le sol, et l'enchevêtrement de ses filaments, ce qui, pour le dire en passant, lui donne une grande ressemblance avec mon *Microcoleus Corium*, sont des caractères qui la différencient sur-le-champ des deux autres. Selon leur degré d'évolution, les filaments se présentent sous deux formes principales : chez les uns, la substance gonimique interrompue çà et là s'organise, comme dans certains *Scytonema*, en gongyles sériés oblongs, et marqués d'une cloison transversale; chez les autres, on peut compter jusqu'à huit bandes granuleuses transversales dans une hauteur égale à leur diamètre, caractères qu'offrent très rarement les congénères. On voit aussi des filaments vides; mais on n'en observe aucun qui ait une tendance quelconque à se ramifier, comme cela a lieu dans le *Scytonema* et genres voisins.

FUNGI.

76. Oidium gummigenum Montag. mss.: effusum, album; floccis primariis decumbentibus ramosissimis intricatis leptomitiformibus, fertilibus erectis furcatis inferne subcontinuis sursum articulatis, articulis maxime variis oblongis, dolioliformibus, ovoideis, sphæricis secedentibus, supremo majori granulis repleto. — Hab. In superficie exsiccata gummi arabici in aqua soluti et ad specimina cryptogamica in chartam explicanda conglutinandaque servati, mense junio 1858, inveni.

Desc. Flocci mycelii decumbentes repentesve, albi, hyalini, cæspitosi, ramosissimi, flexuosi, intricati, subcylindrici, hiuc inde incrassati, globulos minutissimos sphæricos oblongosve foventes seriatos. Rami plerumque patentes, apice bi-plurifidi obtusi. Flocci fertiles erecti aut ascendentes, 3 ad 11 centimillim. longi, inferne continui et illis Mycelii conformes, mox ascendendo moniliformes, articulati, sensimque incrassati, apice sæpe furcati. Articuli secedentes, forma maxime varii, dolioliformes, ovoidei, oblongi, plerumque vero sphærici, terminali maximo centimillimetrum crasso, oblongo vel sphærico granulis seu sporulis (?) minutissimis limpidis farcto.

Obs. Cet Oïdium de je ne sais quel Érysiphé est né dans de singulières conditions. Depuis plus de vingt-cinq ans, je conserve, dans un verre renfermé dans son étui de maroquin, de la gomme arabique dissoute, et un pinceau dont le manche sort par une ouverture pratiquée sur le couvercle de l'étui. Ce n'est pourtant que cette année que j'ai vu pour la première fois le manche ou la hampe du pinceau, et les parois de la portion supérieure du verre, restés enduits d'une assez forte couche de gomme à demi desséchée, se recouvrir d'une efflorescence, d'une sorte de duvet d'un blanc de neige, que j'avais d'abord pris pour le mycélium du *Penicillium glaucum* ou de quelques *Aspergillus*. Je le laissai encore une quinzaine de jours sans y toucher, et je fus bien étonné quand, en ayant mis une petite touffe sous le microscope, je m'aperçus que j'avais affaire à une Mucédinée inférieure, à un Oïdium, nom devenu trop célèbre dans les contrées viticoles.

On voit tout de suite en quoi cette espèce diffère de l'*O. monilioides*, dont elle est le plus rapprochée. En effet, outre cet habitat étrange, ses filaments dressés et fertiles sont quelquefois bifurqués, et les articles qui les composent fort irréguliers dans leur forme. Le terminal, presque du double plus volumineux que les autres, est rempli de granules sphériques ou oblongs excessivement ténus, comme dans l'*O. Tuckeri*. La paroi de la spore ou propagule, et en général des autres articles, est fort épaisse, en sorte que le diamètre de la cavité ne mesure que la moitié de celui de l'article. Observez bien toutefois que ce n'est pas le *Conferva typhloderma* Dillw. (*Brit. Conf.*, t. 83), qui appartient au genre *Hygrocrocis*, selon M. Ch. Agardh.

77. ? Sporotichum bronchiale Montag. mss.: floccis candidis laxis decumbentibus ramosis, ramis patenti-erectis articulatis, articu-

lis diametro (5 ad 7 millimillim.) triplo quintuplove longioribus, sporis globosis minutis hyalinis, 0^{mm},005 diametro metientibus. — Hab. Huncce fungum quoad genus maxime dubium, mecum communicavit amicissimus doctor Gubler, qui e bronchiis cujusdam ægrotantis rejectum habuit.

Obs. C'est peut-être une tentative téméraire que d'enregistrer dans la science, en lui imposant un nom, une production si obscure, et dont on n'a pu ni suivre la morphose, ni voir l'état parfait; car, si j'ai pu observer bien distinctement, à un grossissement considérable, et les filaments et les spores, il ne m'a pas été donné de voir celles-ci en place. Les filaments sont d'une extrême délicatesse, cloisonnés, incolores, et l'on ne saurait les apercevoir sans manœuvrer le diaphragme du microscope. Les spores varient de grosseur; les plus grosses ont à peu près le même diamètre que les filaments. Ne peut-on pas se demander si les uns et les autres n'appartiendraient pas à quelque *Botrytis* affaissé et flétri?

Quoi qu'il en soit, et en considération du lieu d'origine de cette Mucédinée, j'ai pensé qu'il était bon de la signaler aux médecins naturalistes, afin que, s'ils la retrouvaient par hasard, ils pussent en compléter l'histoire ou rectifier ce que j'en ai dit sur des matériaux trop imparfaits.

SUR LES PRODUCTIONS OBSERVÉES DANS QUELQUES EAUX MINÉRALES DE FRANCE.

On rencontre soit dans les galeries souterraines des établissements thermaux de la France, soit dans les bassins mêmes où l'on réunit les eaux de composition si diverse qui servent à la guérison ou au soulagement des malades; on rencontre, ai-je dit, une foule de productions animales ou végétales, les unes normales, et qui ne vivent pas ailleurs, les autres atypiques, monstrueuses quelquefois, par suite des conditions nouvelles et insolites auxquelles elles sont soumises. Un ouvrage qui traiterait *ex professo* ce sujet difficile est fort désirable, mais il n'est pas même ébauché. Mon seul but est d'exposer ici, à titre de simples documents, quelques faits qui m'ont été communiqués dans ces derniers temps par des observateurs qui ont vécu plus ou moins longtemps sur les lieux. Ces faits ne concernent que quatre localités, qui sont : Vittel, Saint-Amand, Luxeuil et Bagnères-de-Luchon.

EAUX MINÉRALES DE VITTEL.

L'établissement des eaux minérales de Vittel (Vosges) possède quatre sources de composition et de propriétés différentes (1) :

1° La première, nommée *Source-Marie*, est une eau magnésienne sodique calcaire. Le flacon qui la renferme a été, comme les deux autres, adressé à mon confrère M. le professeur Chatin par M. le docteur Bouloumié, médecin inspecteur. Elle a été recueillie en juin dernier (1858) dans le canal de fuite, et contient les Algues suivantes : *Spirogyra longata* Kg., *S. quinina* Kg., *Conferva bombycina* Ag., *Closterium Leibleinii* Kg., *Cocconema cymbiforme* Ehrenb., *Synedra fasciculata* Kg., *S. Ulna* Ehrenb., *S. Nitschii* Kg., *S. dissipata* Kg., *Melosira varians* Ag.

2° La grande source, composée d'eau ferro-magnésienne, nous a offert des productions végétales d'une double origine. Le premier envoi fait à M. Chatin, qui me le transmit, consistait en plaques verdâtres desséchées, lesquelles, ramollies, nous ont montré le *Spirogyra quinina* dans un âge avancé, car un grand nombre de filaments étaient déjà fructifiés. J'ai pourtant pu reconnaître dans quelques rares endochromes retardataires la disposition des gonidies en une seule spire. Il est remarquable que pas une Diatomacée n'accompagnait cette Conjuguée.

Mais dans le flacon du second envoi, que j'avais réclamé pour mieux étudier les Algues de cette intéressante localité, et dont l'eau avait été pareillement recueillie dans le canal de fuite, je n'ai plus observé que quelques filaments du *Spirogyra*. La masse confervoïde qui occupait tout le fond du bocal se composait du *Conferva bombycina*, sur ou entre les filaments duquel vivaient les Diatomacées suivantes : *Cocconema cymbiforme* Ehrenb., *Epithemia Zebra* (Ehrenb.) Kg., *E. turgida* (Ehrenb.) Kg., *Navicula gracilis* Ehrenb., *N. oblonga* Kg., *Synedra Ulna* Ehrenb. — Au bout de deux mois, je trouvai dans ce même flacon le *Sphærotilus ochraceus* de Bréb. qui s'y était développé.

3° Vient ensuite la source des Demoiselles, la plus importante par ses produits. Elle est composée d'eau ferrugineuse bicarbonatée, et a été envoyée dans un flacon comme les deux précédentes. Le premier envoi consistait en Conferves desséchées, et renfermait une espèce nouvelle de *Psichormium* que je vais décrire, et auquel j'ai donné pour nom spécifique celui de la localité. Avec lui se trouvaient encore le *Spirogyra*

(1) M. Oscar Henry a donné une bonne analyse de ces diverses sources.

quinina Kg., l'*Ulothrix varia* Kg. et un *Calothrix*, que l'on peut, mais non sans quelque doute, rapporter au *Calothrix pulchra* Kg.

78. Psichormium vitteliense Montag. mss.: ferruginosum; filis simplicibus exilissimis articulatis, articulis diametro (0mm,0040-0065) triplo-quintuplo longioribus, cingulis cylindricis fulvo-rufis asperulis, magnitudine variis. — Hab. In aquis martialibus fontis Puellarum apud Vittel, in Vogesis, invenit cl. Bouloumié.

Desc. Cæspites efformat hæc species, cum *Ulothrice varia* mixta, plus minus longos et crassos, colore viridi ferrugineoque variegatos. Fila tenuissima, flexuosa, intricata inæqualiter articulata, oxydo ferri interrupte incrustata. Cinguli variæ longitudinis, filorum articulos 1 ad 2 circumdantes, ferrugineo-fulvi, centimillimetrum interdum diametro metientes, scabrosi, in aqua acidula facile solubiles. Articuli quoad longitudinem maxime variabiles, diametro 2plo-subquintuplo longiores plerumque cylindrici, quandoque et ad genicula leniter constricti. An adhærens sit alga vel fluitans incertum est.

Obs. C'est une de ces Conferves que l'on serait tenté de rapporter au *C. bombycina*, si elle n'était pas encroûtée d'oxyde de fer. Je pensais d'abord avoir affaire à la variété *abbreviata* du *Conferva affinis* Kg., qui vient comme celle-ci dans les eaux ferrugineuses. Mais, outre que la longueur des articles ne pouvait s'accorder avec celle donnée par la figure des *Tabulæ phycologicæ* (Band. III, t. 42, VIII), je possédais des types du *C. affinis* soit dans les *Décades* de l'auteur, soit dans la collection des *Algues de Saxe* de M. Rabenhorst, qui, comparés à ma plante, me dissuadèrent promptement d'un semblable rapprochement. Je me suis donc décidé à ajouter une nouvelle espèce à ce genre, en la circonscrivant du mieux qu'il m'a été possible, entraîné par ces deux considérations : 1° d'autres Conferves, vivant dans les mêmes conditions, n'offrent pas la moindre disposition à l'encroûtement; 2° celui-ci a lieu d'une manière trop régulière pour être fortuit.

Le flacon du second envoi contenait le *Vaucheria racemosa* Lyngb. et le *Conferva bombycina*, accompagnés des Diatomées suivantes : *Melosira vagans* Kg., *Synedra Ulna* Ehrenb., *S. dissipata* Kg., *S. oxyrhynchus* Kg., *S. crystallina* Kg., *S. sigmoidea* (Nitzsch.) Kg. (*Frustulia Nitzschii* Kg., *Decad.*), *Cocconema cymbiforme* Ehrenb.,

Gomphonema dichotomum? Kg., *Navicula oblonga* Kg, et *Closterium Leiblinii* Kg.

Enfin, au moment où je rédigeais les lignes qui précèdent, M. Bouloumié envoya un quatrième flacon renfermant une Algue différente de celles qu'il avait déjà communiquées. Cette Algue, qui est le *Chætophora pisiformis* Ag., a été recueillie sur la paroi de la source du Régent, ainsi nommée, dit-on, à cause de ses propriétés aphrodisiaques. Ce sont de petits globules muqueux d'un vert pâle, attachés aux pierres. On rencontre avec elle l'*Oscillaria alba* sous deux formes, et quelques Diatomées, dont plusieurs, encore vivantes, jouissaient d'une grande mobilité. J'ai ainsi pu m'assurer par moi-même de la réalité de ces mouvements, que, d'après d'autres observateurs d'ailleurs dignes de foi, j'avais mentionnés à la page 471 de mon *Sylloge*, à l'occasion du *Navicula Vichiensis* Haime et Petit.

Voici le nom de ces Diatomées ; j'indiquerai par ce signe † celles dont les mouvements m'ont paru manifestes : *Epithemia turgida* Kg., *E. gibba* Kg., *Cyclotella operculata* Kg., *Melosira varians* Ag., *Surirella Solea* de Bréb., †*Synedra notata* Kg., †*S. Vaucheriæ* Kg., †*S. oxyrhynchus* Kg., *S. Ulna* Ehrenb., †*S. splendens* Kg., *Achnantidium flexellum* de Bréb.? *Cocconema cymbiforme* Ehrenb., *Gomphonema dichotomum* Kg., *Navicula viridis* Kg.

J'ai aussi observé quelques filaments mobiles d'un *Sphærozyga* que je rapporte au *S. oscillarioides*, d'après un exemplaire que je tiens de M. le professeur Meneghini, quelques individus d'un *Euglena* vert, fusiforme, que je crois différer bien peu de l'*E. Acus*, et enfin deux anguillules mortes.

EAUX THERMALES ET BOUES DE SAINT-AMAND.

Tout le monde connaît l'établissement des eaux de Saint-Amand (Nord). L'année dernière, M. le docteur Davaine m'en rapporta une fiole, en me priant d'examiner les végétaux qui y vivaient. Voici les espèces dont je pus constater la présence : *Conferva bombycina* Ag., espèce fort variable ; *Leptomitus Sulfuraria* Kg. et M. ; *Surirella Solea* de Bréb. ; *Stauroneis Legumen* Kg. ; *Synedra Ulna* Ehrenb. ; *S. tenuissima* Kg.

Cette année (1858), à ma prière, M. Davaine fit venir de la même localité plusieurs flacons d'eau sulfureuse prise dans la source principale, ou dans une nouvelle source obtenue par le forage, et deux autres vaisseaux renfermant des boues sulfureuses employées à la guérison de certaines affections chroniques. Dans les flocons A G et G A provenant de la

source primitive, je n'ai vu autre chose que des flocons de Sulfuraire et un Protococcus rouge indéterminable, qu'on avait ramené en râclant la paroi des réservoirs. Celui marqué E, et dont l'eau avait été prise dans la nouvelle source due au forage et formant ruisseau, contenait de beaux exemplaires d'une variété à longs endochromes (cinq à dix fois le diamètre qui est de 1/25 de millimètre à peu près) du *Cladophora fracta*, remarquable par l'élégant réseau des gonidies vertes des endochromes. Cette Confervacée était recouverte par les nombreux individus de deux Diatomées parasites, qui sont le *Synedra splendens* Kg. et l'*Achnanthes minutissima* Kg. La première de ces deux espèces, l'une des plus grandes du genre, forme au fond du vase un dépôt floconneux abondant. Ce dépôt étendu sur du talc présente un des caractères distinctifs de l'espèce, je veux dire l'éclat brillant de la lumière reflétée. La *Conferva bombycina* et une Oscillaire, l'*O. terebriformis* C. Ag., étaient aussi mélangées avec le *Cladophora*.

Passant maintenant aux deux flacons de boue, l'une vieille, prise à quelques centimètres au-dessous de la surface, l'autre fraîche, c'est-à-dire préparée pour bain par le mélange d'une petite quantité d'eau sulfureuse, je dirai que j'ai trouvé dans tous les deux le *Melosira varians* Kg., l'*Epithemia Zebra* Kg., le *Synedra Ulna* Ehrenb. et l'*Amphora ovalis* Kg. Mais le premier flacon (boue vieille) m'a offert particulièrement un *Coscinodiscus*, un *Cryptodiscus*, le *Synedra oxyrhynchus* Kg., le *S. crystallina* Kg., le *Cocconema cymbiforme* Ehrenb. de la Glairine et de la Sulfuraire. L'autre flacon (boue fraîche) renfermait le *Melosira subflexilis* Kg., le *Synedra splendens* Kg., le *S. oxyrhynchus* Kg., le *Navicula attenuata* Kg., le *Gomphonema constrictum* Ehrenb., le *Surirella Solea* de Bréb., et surtout de nombreux individus *tous grouillants*, d'une Oscillaire bien voisine de celle que j'ai décrite plus haut, mais qui en diffère pourtant par plusieurs caractères qui la rapprochent davantage de l'*Oscillaria tigrina* Kg. Je vais les passer en revue.

En général, l'Oscillaire des boues de Saint-Amand affecte ordinairement la ligne droite dans son mouvement de progression très manifeste. La tête ou l'extrémité antérieure est un peu effilée, quoique fort obtuse; elle se porte alternativement à droite et à gauche avant d'avancer et de reculer, car cette espèce recule aussi. Ce mouvement de recul, ou bien est momentané, ou bien il se prolonge dans une direction opposée, cas assez rare, dans lequel la tête devient la queue, et *vice versâ*. Ici les granules colorés (noirâtres) intérieurs sont bien plus nombreux, et simulent quelquefois des cloisons par leur disposition en séries transversales de trois à

quatre. Comme ils sont eux-mêmes mobiles, ceux qui constituent ces semblants de cloisons venant à se déplacer, il y a peu de fixité dans la longueur de ces endochromes inconstants. On pourrait croire pourtant à leur réalité, si, à une époque plus avancée de la vie, le nombre des granules toujours croissants n'arrivait pas à les rendre confus. Parmi ces individus adultes, on en rencontre d'autres plus jeunes, parfaitement achromatiques, c'est-à-dire à contenu granuleux incolore, tout aussi mobiles, mais dont le diamètre égale à peine la moitié de celui des premiers, qui est de 0^{mm},0050 à 0^{mm},0065. Malgré tout, je ne puis croire à deux espèces.

Rien n'est si facile à se procurer que cette boue délayée; il sera donc loisible à chacun de répéter et de vérifier mes observations.

ÉTABLISSEMENT THERMAL DE BAGNÈRES-DE-LUCHON.

Un chimiste distingué, M. Cazin, ayant passé plusieurs saisons dans cette localité, y a soigneusement observé, et en a rapporté un certain nombre de végétaux cryptogames, qu'il avait déjà en partie nommés, mais sur lesquels il était désireux que je jetasse un coup d'œil. Il me fit donc remettre une grande caisse à compartiments, contenant, dans une suite de flacons bien bouchés à l'émeri, la plupart des objets à examiner conservés soit dans l'alcool, soit dans l'eau thermale elle-même; quelques-uns avaient été desséchés dans du papier gris non collé. Ce qui donne une grande importance à cette communication de M. Cazin, ce sont les instructions précises et les renseignements circonstanciés dont il accompagne chaque plante relativement à son origine, et aux lieux qu'elle affectionne de préférence. Ainsi non-seulement il indique le degré de température et d'humidité dans lesquelles elle parcourt toutes les phases de sa vie, le temps de l'année où on la rencontre, les circonstance de sa station, les variations qu'elle subit en raison de la diversité de ces circonstances, mais il m'a confié encore un plan très détaillé des lieux, pour me montrer pour ainsi dire au doigt et à l'œil l'habitat particulier à chacune. Nous allons les passer en revue en suivant un ordre systématique.

Plusieurs de ces flacons renfermaient de nombreux exemplaires de Barégine, Glairine ou Luchonine, le nom ne fait rien à l'affaire, dans un état de coloration que je n'avais pas fréquemment observé. Cette espèce de Barégine, que M. Cazin désigne sous le nom de *Sulfodiphthérose*, forme des plaques membraneuses, gélatineuses, noirâtres, appliquées sur un stratum parfaitement blanc, composé de cristaux de soufre.

Quelques autres bocaux m'ont offert le *Leptomitus Sulfuraria* Kg. et M. (Sulfuraire de Fontan) dans différents états, et différemment coloré (1).

* Rhizomorpha imperialis Sowerby, *Engl. Fung.*, t. 429! — *R. obstruens* Pers. *Myc. Eur.*, I, p. 55.

Obs. Depuis une cinquantaine d'années que cette espèce a été découverte à Weymouth, en Angleterre, où elle obstruait complétement les tuyaux faits de bois d'Orme, elle avait pour ainsi dire été perdue de vue, et personne, que je sache, ne l'a signalée encore comme ayant été rencontrée dans notre pays. Je dois dire pourtant que j'en possède dans ma collection un exemplaire fort beau qui me vient du célèbre Unger.

Il est fort malaisé, dans ce genre comme dans beaucoup d'autres, de dire positivement en quoi une espèce diffère de sa voisine. M. Desmazières a publié, au n° 156 de la seconde série de ses *Cryptogames de France*, un *Rhizomorpha Tilletii*, dont je crois que le nôtre, quoique né dans des circonstances semblables, diffère surtout par l'absence de ces nombreuses fibrilles latérales, qui sortent à angle droit de la tige principale. Voici la note de M. Cazin qui accompage ce singulier Rhizomorphe : « Il » encombre, dit-il, le caniveau des eaux froides (15 degrés), dans lequel » il est entièrement immergé, et prolonge ses rameaux filamenteux, d'un » brun noirâtre, à des distances considérables, selon le cours de l'eau. » Les parties, dont la production est peu ancienne, sont d'une nuance » moins foncée. Les extrémités des rameaux, où la végétation est active, » ont une couleur blanchâtre, et se redressent au-dessus de l'eau. Il se » développe, et se reproduit, quand on l'arrache, avec une rapidité re» marquable. »

Cette végétation acquiert des dimensions incroyables; les individus, signalés par Sowerby, avaient plus de cent pieds (anglais) de longueur. On ne voit pas trop les motifs pour lesquels l'auteur du *Synopsis Fungorum* a cru devoir changer le nom spécifique imposé par le mycologue anglais.

* Thelephora palmata Fr. *Epicr.* I, p. 537. —*Merisma fetidum, palmatum* Pers. *Comment.*, p. 92.

Obs. J'avais déjà l'année dernière (2) essayé de déterminer un Cham-

(1) Voyez *Journal de pharmacie et de chimie*, n° de septembre 1857, un fort beau travail de M. Cazin sur ces matières.

(2) Voyez *Bulletin de la Société botanique de France*, 1856, séance du 11 avril.

pignon monstrueux trouvé à Bagnères-de-Luchon, et communiqué à la Société botanique de France par un de ses membres, M. Léon Soubeiran. J'avais cru ne pas m'éloigner de la vérité en rapportant au *Telephora palmata* Fr. les formes nombreuses sous lesquelles il se présente. Cette année la même espèce m'a été encore apportée par M. Cazin de la même localité, et sous des formes encore plus singulières et originales. Cet habile observateur m'apprend que « les limites extrêmes de la température, entre » lesquelles on trouve ce Champignon, sont 21 degrés et 34 degrés au- » dessus de zéro ; il ajoute que tous les exemplaires qu'il a mis sous mes » yeux végètent constamment non sur des poutres, mais sur les murs en » maçonnerie, que son stipe prend naissance dans les interstices des » pierres, et que l'Hyménophore s'épanouit en se moulant sur leurs aspé- » rités. »

C'est surtout dans la galerie de Bordeu, dans celle du pré et celle d'allongement, que les formes variées de cette espèce ont été recueillies. Quand on dessèche entre des feuilles de papier gris la forme palmée, elle conserve sa couleur blanche originelle, les nervures ou côtes seules brunissent.

* THELEPHORA LACINIATA Pers. *Syn.*, p. 567.

OBS. Cette espèce a été observée dans les galeries de Sengez et de la Chapelle, aux angles des extrémités opposées à l'entrée. Elle croît sur des parois humides, et ressemble à un amas de vieilles feuilles mortes. Ses plaques, larges et irrégulières, sont faciles à détacher. Bien que déviée du type, cette Théléphore est pourtant reconnaissable à plusieurs de ses caractères qui persistent malgré l'habitat ; elle porte à sa surface de nombreux individus du *Coprinus ephemerus* Bull.

* POLYPORUS CRYPTARUM (Bull.) Fries, *Syst. Myc.* II, p. 376 et *Epicr.* I, p. 474.

OBS. En place, ce Champignon est remarquable par sa belle couleur safranée, qui pâlit considérablement après un séjour plus ou moins prolongé dans l'esprit-de-vin. Mais, dès qu'il en est retiré, son chapeau réfléchi prend une teinte d'un rouge brun qui devient plus foncée, à mesure que la dessiccation s'accomplit. Les pores, qui sont très longs dans cette espèce, restent pâles et petits, tantôt arrondis, tantôt anguleux. Ce Polypore forme de larges plaques qui dépassent souvent la grandeur de la main. La dessiccation réduit considérablement ses dimensions. Quand on

l'observe en même temps sec et humide, on ne croirait jamais avoir sous les yeux le même Champignon.

Cette rare espèce, encore si mal connue, se rencontre dans la galerie étanche des froides par 21 degrés centigrades au-dessus de zéro ; elle adhère à la surface verticale non immergée des madriers de sapin qui servent de paroi au caniveau de pression hydrostatique, et soutiennent le sol. Elle avait paru dès la fin de septembre 1853, et existait encore du 6 au 10 octobre 1854 en plusieurs endroits, le long de ces madriers ; mais à la fin d'août 1857, elle n'a plus été retrouvée qu'en un seul point (marqué C sur le plan), et dans un état moins avancé. La couleur de ce Champignon, lorsqu'on le regarde d'en haut, est d'un jaune pur magnifique ; mais, si on l'examine en dessous, on le voit d'une teinte de grenat roux, ayant la richesse de celle du kermès minéral. Il noircit rapidement à la lumière du jour ; mais plongé immédiatement dans l'alcool, il n'éprouve plus cette altération. Ce liquide dissout abondamment la matière jaune qui le colorè, et le rend presque translucide.

79. Merulius (Monstrum) Melanoceras Montag. mss. : pileo resupinato molli pulvinato cinereo-nigrescente fibroso-gelatinoso hygrophoro, facie supina excrescentiisque proboscideis vel corniformibus poroso-rugosis. — Hab. Trabibus solum superius fulcientibus substratus, in aquis lixonensibus inprimis loco *Galerie nouvelle* dicto.

Desc. Pileus hujusce Merulii monstruosi placentas efficit pulvinatas, trabibus expansas, 3 ad 6 centimetra latas, cinereo-nigrescentes, subtremellosas, hinc inde cornua basi dilatata, sensim attenuata recta, intus cava, 3 ad 8 centimetra longa, poroso-rugosa promentes. Pori sinuosi, magni, parum profundi, irregulares, acie obtusi.

Obs. A cette courte description botanique, il ne sera pas mal de joindre celle faite par M. Cazin, d'après des individus vivants et observés dans leur lieu natal :

« Production d'aspect étrange, gris noirâtre, sillonnée de rides superficielles qui s'entrecroisent comme des hachures. Masse semi-élastique, sèche en apparence, mais en réalité gorgée d'eau, qu'elle laisse suinter par tous les points de sa surface à la moindre pression. Figurant, selon ses différents âges, ici une plaque ou un gâteau arrondi peu saillant ; là une mamelle avec son mamelon central proéminent ; ailleurs une trompe d'éléphant. Chez les individus dont le centre s'est ainsi allongé

» en un appendice stalactiforme, le prolongement semble être creux et » servir de canal au liquide, dont une goutte adhérente à l'extrémité se dé» tache au moindre attouchement, et est rapidement remplacée. »

Il est évident que ce Champignon, comme tous ceux qui se développent dans les mêmes conditions, est un Mérule monstrueux. Je n'en connais point auquel je puisse le rapporter, même comme simple dégénérescence, si ce n'est peut-être le *Merulius umbrinus* Fries (*Elench. Fungor.*, I, p. 61); mais je ne le connais que par la description qui en a été donnée au lieu cité.

Scopoli, de Humboldt, Hoffmann et d'autres botanistes, n'ayant pas dédaigné de tenir compte et de décrire des formes analogues, j'ai pensé qu'on ne trouverait pas étrange de lire la description d'une production qui croît dans un des établissements thermaux les plus renommés de la France, quand même, ce qui serait pourtant encore possible, ce ne serait qu'un des masques si divers sous lesquels se cache le *Merulius lachrymans* Fries, ainsi que pourraient le faire supposer ce suintement dont parle le découvreur et ces excroissances que Persoon (*Myc. Eur.*, II, p. 92) attribue au *M. destruens*.

* Coprinus ephemerus (Bull., t. 128) Fries, *Epicrisis*, I, p. 252.

Obs. C'est avec quelque doute, et uniquement pour ne pas multiplier les espèces, que je rapporte celle-ci au *Coprinus ephemerus*. Elle offre à peu près les caractères mentionnés dans la phrase diagnostique de Fries, et dans la description qu'on en trouve dans ses *Hymenomycetes Sueciæ*, I, p. 467. N'oublions pas pourtant que cet illustre mycologue ajoute ces mots : *Plures latent sub hac specie*.

Il faut d'abord dire que je n'ai pu reconnaître le genre de ce Champignon que par l'analyse microscopique; en effet, soit à cause du lieu natal, soit par suite d'un séjour quelque peu prolongé dans l'alcool, les lamelles décolorées auraient pu en imposer, et faire présumer que nous avions sous les yeux un Agaric de la tribu *Mycena*, l'*A. supinus* par exemple. Mais, examinés au microscope, ces feuillets, formés par un Hyménophore celluleux, n'ont point de trame, et portent les spores brunes des Coprins, dont quelques-unes, encore en place, sont quaternées.

Toutefois, dans notre Champignon, je dois signaler une déviation de la forme normale de ces feuillets, qui, dans une coupe transversale, ne présentent pas le même profil que montre la figure B de la planche 128 de Bulliard. Nous avons ici des lamelles tridymes; les plus longues sont con-

vexes, large au milieu de plus d'un millimètre. Ces longues lamelles sont séparées entre elles par des demi- et des quarts de feuillets beaucoup plus étroits, dont quelques-uns même ne mesurent pas en largeur plus d'un huitième de millimètre. Les stipes blancs, transparents, fistuleux, un peu renflés et villeux à la base, sont réunis là quelquefois au nombre de quatre à cinq. Ces différences sont-elles dues à la matrice ou support? ou bien sont-elles une conséquence de l'habitat exceptionnel?

On observe ce Coprin à Bagnères, dans la galerie Sengez et dans la galerie étanche des eaux froides, où il croît sur le *Thelephora laciniata* P. Il se développe, et disparaît avec une rapidité surprenante. « On pourrait, dit M. Cazin, assister à toutes les phases de sa végétation; quelques heures suffisent pour le montrer naissant, adulte et flétri. » En 1853, la galerie Sengez n'avait pas encore son revêtement de maçonnerie; des voûtes, étayées par des madriers, ruisselaient les eaux d'infiltration. C'est sur les points les moins mouillés de la voûte et de ces poutres que naissaient des forêts de ces Coprins; il n'y en avait pas sur les parois. Aujourd'hui on n'en rencontre absolument que sur le *Thelephora*.

ÉTABLISSEMENT DES EAUX THERMO-MINÉRALES DE LUXEUIL.

J'éprouve un vif regret d'annoncer qu'on ne m'a pas confié l'examen de quelques eaux de ce célèbre établissement. Je n'en ai reçu que plusieurs Champignons, que M. Fermont m'a prié de lui nommer; mais dans ce nombre se trouvaient des espèces nouvelles, dont je vais donner la diagnose et la description.

80. Coprinus luxoviensis Montag. mss.: pileo tenerrimo ex ovoideo campanulato radiatim lineato, initio albo-furfuraceo tandem nudo griseo discoideo, disco fulvo, stipite fibrilloso-radiante incrassato mox glabro albo pellucido flaccido, lamellis semilanceolatis distantibus cinereo-nigricantibus. — Hab. Ad *Himantiam cellarem* muros ædificii *des Capucins* dicti tegentem in thermis Luxovii invenit doctor Chapelain, aquarum thermalium medicus-inspector.

Desc. Stipes strictus, 2 1/2 ad 5 centim. longus, apice modice dilatatus, basi pruinata expansus, ut in meo *Agarico actinorhizo* radiato-fibrillosus (Cfr. *Syll.*, p. 198), fibris radiantibus membranula inter se cohærentibus, cæterum glaber, æqualis, pellucidus, albus (fistulosus?)

semi-ad millim. crassus. Pileus primo oblongus, dein campanulatus, tandem margine fissus, nec sulcatus nec striatus, sed proprie lineato-radiatus, primitus hinc inde squamellulis albis mox deciduis vestitus, tandem glaberrimus, griseus, 3 ad 4 millim. altus, 6 ad 8 millim. basi expansâ latus, apice discoideus, disco planiusculo rufescente. Lamellæ haud confertæ semilanceolatæ, nempe utrinque attenuatæ, medio 1/4 ad 1/3 millim. latæ, e cinereo nigricantes. Sporæ quaternatæ, amygdaliformes, atræ, altero fine subtruncatæ, altero subacuminatæ, acumine vix manifesto hyalino, centimillim. longæ, $0^{mm},0045$ crassæ, sub microscopio badiæ.

Obs. A première vue, j'étais tenté de regarder ce Coprin comme une forme du *C. radians* Desm., qui croît à peu près dans les mêmes conditions, et se fait surtout remarquer par la base de son stipe composé de fibrilles rayonnantes. Ces fibrilles ont beaucoup de ressemblance avec celles que j'ai figurées (*Ann. sc. nat.*, 2ᵉ sér., t. V, pl. 12, fig. 1) pour mon *Agaricus actinorhizus* ou avec celles du *C. astroideus*, qu'on peut voir dans Micheli (*Nov. Gen.*, t. 79, f. 6 et non f. 2). Heureusement je possédais la première de ces deux espèces, que l'auteur lui-même avait eu la bonté de m'envoyer depuis longtemps. Par un examen comparatif approfondi, j'ai pu m'assurer que le Coprin de Luxeuil en était essentiellement différent, et n'avait de caractère commun que ce rayonnement des fibrilles de la base du stipe. Outre le support qui n'est pas le même dans l'une et dans l'autre espèce, ces fibres sont reliées dans la nôtre par une membranule fort délicate. D'un autre côté, le chapeau du *C. radians* est strié, et recouvert d'une couche tomenteuse que l'évolution déchire et sépare en petits flocons ; celui du *C. luxoviensis*, au contraire, est couvert çà et là de petites plaques (*squamellulæ*) blanches, qui, finissant par tomber, laissent le chapeau lisse, non plissé ni strié, marqué seulement de lignes noirâtres qui irradient du disque vers la marge, et correspondent à l'attache des lamelles. Dans le premier enfin, pour ne pas pousser trop loin notre parallèle, les spores sont ovoïdes, et d'un tiers environ plus volumineuses dans les deux dimensions que celles de notre nouvelle espèce. Je ne connais que la figure du *C. astroideus* Mich.

L'*Himantia*, sur laquelle se développe le Coprin de Luxeuil, s'est montrée à nous sous deux formes : dans l'une, les rameaux anastomosés sont recouverts d'un long duvet de couleur baie, comme le mycélium lui-même; dans l'autre, qui n'est sans doute qu'un âge plus avancé de la même, l'extrémité de ces mêmes rameaux est dilatée en forme de membrane.

C'est sur ces dilatations membraniformes que j'ai encore observé une

espèce du genre *Sporotrichum*, que j'aurais peut-être dû rapprocher du *S. rubiginosum* Fries, mais qui me paraît en différer, comme on en pourra juger par la diagnose que j'en vais donner ici.

80 *bis* Sporotrichum thermale Montag. mss.: floccis tenerrimis hyalinis vix conspicue septatis, ramosissimis, ramis omnibus patentibus, initio tegentibus, tandem sporis brunneis ovatis magnis, brevissime pedicellatis, nucleo granuloso, immixtis, acervulos pulverulentos confluentes constituentibus. — Hab. In *Himantia* quadam parasitans.

Obs. Cette espèce semble lier les *Sporothricum* aux *Sporendonema*. La masse des spores, d'abord couverte d'un tissu blanc aranéeux, se dénude, et laisse voir des amas pulvérulents bruns, qui, par confluence, forment de larges plaques mamelonnées sur la matrice. Ces spores sont ovoïdes, brunes, un peu pédicellées, et longues de $0^{mm},0120$, et épaisses de $0^{mm},0065$; elles renferment un nucléus granuleux, à granules d'une teinte plus foncée. Les filaments sont obscurément cloisonnés, si tant est qu'ils le soient, et leur diamètre offre à peine $0^{mm},0015$. Ils sont très ramifiés, à rameaux très ouverts.

NOTICE

SUR

QUELQUES MOUVEMENTS OPÉRÉS PAR LES PLANTES

SOUS L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE (1),

Par M. S. RATCHINSKY.

Les mouvements dont nous nous occuperons dans le présent Mémoire sont le sommeil des feuilles et l'inflexion des axes vers la lumière. Ces deux phénomènes sont ordinairement considérés séparément par les physiologistes; mais nos observations sur ces deux genres de mouvements nous ont porté à les ranger dans la même catégorie, vu l'analogie que nous croyons avoir trouvée dans le mécanisme qui les occasionne. Les faits que nous allons exposer feront voir si notre opinion est fondée.

Les phénomènes qui nous occupent sont connus depuis la plus haute antiquité. L'héliotropisme de certaines plantes, ou leur faculté de suivre le soleil dans sa course diurne en fléchissant leurs axes du côté de l'afflux de la lumière, a donné lieu à la fable de Clytie (2). Pline, qui fait mention à plusieurs reprises de ce phénomène (3), semble aussi avoir eu connaissance du sommeil des plantes (4) dont la découverte a été quelquefois attribuée à Albert le Grand. Mais ce n'est qu'au XVIe siècle que des voyageurs botanistes, frappés de la grande différence entre la position diurne et nocturne des feuilles des légumineuses exotiques, ont

(1) Extrait des *Bulletins de la Société des naturalistes de Moscou*, 1857.

(2) Ovid., *Métam.*, IV, v. 256-270.

(3) Plin., *Hist. nat.*, t. II, p. 41 ; t. XVI, p. 36; t. XVIII, p. 36, 67. t. XXII, p. 29; t. XXVI, p. 42.

(4) *Ibid.*, t. XVIII, p. 89. E. Meyer, Albertus Magnus, *Ein Beitrag zur Geschichte der Botanik im 13-ten Jahrhundert* (*Linnea*, t. X, p. 641).

consigné dans leurs ouvrages des observations authentiques à ce sujet (1).

Linné (2), ajoutant de nombreuses observations à celles qui avaient été faites avant lui, proposa une nomenclature des diverses positions qu'adoptent les feuilles pendant la nuit, et donna à ce phénomène le nom de sommeil des plantes, sans toutefois essayer d'en expliquer le mécanisme ni même d'en indiquer la cause. Peu de temps après, Hill exposa dans une lettre à Linné (3) de belles expériences qui prouvent que des plantes soustraites en plein jour à l'action de la lumière ne tardent pas à prendre leur position nocturne qu'elles quittent aussitôt qu'on les replace dans un lieu éclairé. Il en conclut très justement que c'est l'obscurité de la nuit qui est cause du sommeil des plantes. Son explication du mécanisme de ce phénomène n'est guère heureuse. Il suppose une action mécanique des corpuscules lumineux sur les fibres des pétioles. Les expériences de Hill ont été complétées par De Candolle (4). Ce savant a montré que des plantes dormantes, exposées la nuit à une lumière artificielle, reprennent leur état diurne.

D'un autre côté, le phénomène de l'inflexion des axes vers la lumière, quoique connu dans les plantes héliotropes, semble être resté longtemps inaperçu, ou du moins confondu avec la tendance des tiges à prendre une position perpendiculaire. Nous devons à Bonnet (5), qui le premier a étudié cette matière, deux observations particulièrement importantes : savoir, que les plantes submergées se fléchissent vers la lumière tout comme les plantes exposées à l'air ; et que, dans certains cas, la flexion contractée par une

(1) *Garcias ab Horto* en 1567, *Acosta* en 1578, *Alpin* en 1592.

(2) *Amœnitates academicæ*, t. IV.

(3) J. Hill, *The Sleep of Plants, and cause of motion in the sensitive Plants explained*. London, 1757.

(4) De Candolle, *Mémoire sur l'influence de la lumière artificielle sur les plantes* (*Mémoires des Savants étrangers de l'Institut*, t. I).

(5) Bonnet, *Recherches sur l'usage des feuilles*, 1754.

plante sous l'influence de la lumière du jour cesse pendant la nuit, en sorte que la tige reprend sa position normale par rapport à l'horizon.

Au reste, Bonnet crut devoir conclure de ses expériences que l'inflexion des tiges dépend de la chaleur, et non de la lumière ; c'est à Tessier que nous devons la démonstration catégorique du contraire (1), ainsi que la réfutation du préjugé qui attribuait à l'action de l'air libre l'inflexion des plantes élevées dans un lieu obscur vers les ouvertures qui donnent accès à la lumière.

Quant aux explications de ce phénomène proposées par les auteurs du siècle dernier, elles se réduisent presque toutes à l'hypothèse d'un raccourcissement opéré par l'évaporation dans le côté de la tige éclairé par le soleil, hypothèse réfutée par l'expérience de Bonnet sur les plantes submergées, ou à des spéculations basées sur la prétendue contractilité des tissus végétaux. Senebier (2) semble avoir été le premier qui ait rattaché l'inflexion des tiges vers la lumière aux actions chimiques de cet agent : il pense que le développement d'oxygène se fait aux dépens des tissus superficiels de la tige, qui perdent par là leur turgescence — hypothèse fondée sur une idée incomplète de la respiration des plantes.

L'explication proposée par De Candolle (3) au commencement du siècle actuel a été généralement admise de son temps, et figure encore dans quelques ouvrages nouveaux, entre autres dans le livre classique de M. Schleiden (4).

Cette explication est fondée sur le fait connu de l'étiolement des

(1) Tessier, *Expériences propres à développer les effets de la lumière sur certaines plantes* (*Mém. de l'Acad. des sc. de Paris*, 1783).

(2) Senebier, *Mémoires physico-chimiques*, t. II, Mém. V, § 4.

(3) *Mémoires d'Arcueil*, 1809, t. II, p. 104.

(4) Schleiden, *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, 3e édition t. II, p. 540.

plantes à l'ombre. De Candolle pense que la moitié de tige qui n'est pas éclairée s'allonge de la même manière qu'une plante étiolée, ce qui aurait pour résultat une inflexion de la tige vers la lumière. Cette explication, qui séduit par sa simplicité, ne peut être admise : elle est en contradiction avec l'observation de Bonnet sur les tiges qui perdent la nuit l'inflexion adoptée sous l'influence de la lumière; et nous verrons plus bas que dans une tige fléchie vers la lumière, c'est la moitié éclairée qui est la partie active et qui entraîne l'autre avec elle.

Au reste, le mécanisme des mouvements végétaux ne pouvait être expliqué tant qu'on n'avait pas connaissance des phénomènes d'endosmose. Ces phénomènes, signalés pour la première fois par Parrot (1), furent découverts une seconde fois par Dutrochet (2), qui sentit la haute portée physiologique de cette belle découverte, et essaya d'expliquer par des phénomènes d'endosmose les divers mouvements qu'on observe dans les végétaux (3). Ses nombreux mémoires sur cette matière ont mis en évidence un résultat important, savoir, que la position de toutes les parties herbacées des végétaux peut changer selon le degré de turgescence des tissus qui les composent, et que c'est dans l'état plus ou moins turgescent du tissu parenchymateux qu'il faut chercher la cause des diverses positions qu'adoptent les tiges et les feuilles des plantes sous l'influence de la lumière et de l'obscurité.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ces explications. Elles sont loin d'être satisfaisantes, vu le peu de soin que l'auteur à donné à la partie anatomique de ses travaux, et à sa prédilection pour l'hypothèse parfaitement gratuite de l'incurvabilité des tissus végétaux par oxygénation.

Mais tout en n'atteignant pas le but que s'était proposé l'auteur,

(1) Parrot, *Entretiens sur la physique*. Dorpat, 1821, t. IV, p. 151.

(2) Dutrochet, *L'agent immédiat du mouvement vital dévoilé dans la nature et dans son mode d'action chez les végétaux et chez les animaux*. Paris, 1826.

(3) Dutrochet, *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux*, 1837.

les mémoires physiologiques de Dutrochet contiennent une foule d'observations et d'expériences précieuses; voici l'une des plus importantes :

Si nous fendons longitudinalement, dans le sens de sa flexion, une tige fléchie par l'action de la lumière, la moitié qui avait été exposée à la lumière se courbera encore plus profondément dans le sens de la courbure de la tige, tandis que l'autre moitié adoptera une courbure inverse, ce qui prouve que la flexion des axes vers la lumière est due à la moitié éclairée de ces axes qui entraîne avec elle l'autre moitié, malgré sa tendance à une courbure contraire.

Personne, après Dutrochet, n'a proposé une explication des mouvements des plantes, mais de nombreux travaux sur l'anatomie et la physiologie végétales ont circonscrit d'une manière plus nette le phénomène qui nous occupe, et préparé des matériaux pour sa solution. Nous citerons particulièrement les travaux de Dassen sur les mouvements des feuilles, l'excellent mémoire de Bruke sur les mouvements du *Mimosa pudica*, les observations de Schleiden sur la structure des axes végétaux, et les expériences de Gardner et de Payer sur la flexion des tiges vers la lumière colorée (1). Les travaux de ces deux derniers savants prouvent que de tous les rayons du spectre, ce sont les rayons bleu et indigo, c'est-à-dire les rayons chimiques, qui possèdent au plus haut point la faculté de fléchir les axes végétaux (2).

Voici, en somme, ce que nous savons sur le mécanisme de l'inflexion des axes vers la lumière :

1. L'inflexion est opérée par la moitié de l'axe exposée à la lumière; — l'autre moitié est entièrement passive.

(1) Voyez le rapport de Dutrochet sur ces travaux dans les *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. II, p. 96.

(2) Nous renvoyons, sur ce sujet, au Mémoire de M. Guillemin, inséré dans les *Annales des sciences naturelles*, 4e série, t. VII, p. 155, sous le titre de : *Production de la chlorophylle, et direction des tiges sous l'influence des rayons ultra-violets, calorifiques et lumineux, du spectre solaire*, et reproduit dans les *Annales de Pogendorff*. (Rédacteur.)

2. Cette inflexion dépend d'un état particulier de turgescence des tissus, dû à l'action chimique de la lumière.

Afin de ne conserver aucun doute sur ce second point, nous avons varié de la manière suivante l'expérience citée plus haut de Dutrochet.

Au lieu de comparer la tendance à l'incurvation en dehors de deux moitiés d'une même tige, dont l'une est éclairée et l'autre à l'ombre, nous avons tâché de comparer l'état de tension produit dans les axes par cette tendance pendant le jour, à leur état de tension pendant la nuit.

Le seul moyen que nous ayons pu imaginer pour observer cette tension a été de fendre longitudinalement la tige et d'observer la divergence de ses deux moitiés qui se courbent aussitôt en dehors (1).

Afin de mesurer approximativement cette divergence, nous nous sommes servi d'un transporteur dont nous faisions coïncider le centre avec le fond de la fente : les bouts écartés des deux moitiés courbées en dehors de la tige comprenaient un nombre de degrés que nous lisions sur le demi-cercle du transporteur.

Pour rendre comparables des résultats obtenus d'une manière aussi grossière, et sur des tiges différentes, il fallait nécessairement prendre la moyenne de plusieurs observations ; en outre, il fallait choisir des axes fort semblables entre eux, afin d'éviter, autant que possible, les anomalies accidentelles.

A cette fin, nous avons choisi les pédoncules de diverses fleurs

(1) H. Johnson, *Sur l'existence générale d'une propriété nouvellement observée dans les plantes*, etc. (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, t. IV, 1835, p. 321), a fait voir que ce phénomène de divergence a lieu dans tous les axes qui se fléchissent vers la lumière, et qu'il n'existe pas dans ceux où cette inflexion est faible ou nulle, comme dans tous les axes devenus rigides par suite du durcissement de leurs tissus, dans les tiges de différentes espèces de joûr, du *Zea Mays*, de l'*Iris pseudo-acorus*, et généralement de toutes les Monocotylédonées à tiges articulées, dont les tiges ne se ploient vers la lumière qu'aux articulations

au moment de la floraison, comme offrant plus d'uniformité dans leur taille et dans l'état de leur développement, que des tiges, quelque soin que nous eussions pris à les choisir pareilles. Nous coupions la fleur au-dessous de l'insertion du calice, et nous pratiquions dans le pédoncule une fente d'une longueur déterminée que nous faisions passer, aussi exactement que possible, par l'axe du pédoncule; ensuite nous mesurions, au moyen du transporteur, l'écartement de ses deux moitiés. Nous prenions la moyenne d'une certain nombre d'observations pareilles faites en plein jour, et nous la comparions à une moyenne prise de la même manière sur des observations faites la nuit.

Voici les résultats de quelques-unes de ces observations :

Leontodon Taraxacum.

5 mai. — Moyennes de quinze observations.

10 heures du matin.	26°
1 heure après midi.	29°
10 heures du soir.	24° 1/2

Rosa canina.

20 mai. — Moyennes de dix observations.

Midi	46°
9 heures du soir.	41°

Caragana Altagana.

15 mai. — Moyennes de dix observations.

Midi	42°
9 heures du soir.	32°

Bellis perennis.

8 mai. — Moyennes de quinze observations.

10 heures du matin.	51°
Minuit.	43°

Scabiosa atropurpurea.

27 juillet. — Moyennes de 10 observations.

Midi	46°
10 heures du soir	40°

Ces résultats, qui s'accordent à montrer que la tendance à l'incurvation en dehors est plus forte le jour que la nuit, ont été obtenus par des journées claires et chaudes, suivies de nuits chaudes aussi. Nous avons obtenu des résultats différents quand il est survenu une pluie vers le soir. Ainsi le 10 mai, nous avons eu :

Leontodon Taraxacum.

Moyennes de dix observations.

Midi	26°
10 heures du soir	28° 1/2

Ce qui s'explique par la turgescence des tissus qui avaient absorbé beaucoup d'eau.

La même anomalie s'est montrée quand une nuit très froide suivait une journée chaude :

Scabiosa atropurpurea.

9 août. — Moyennes de dix observations.

Midi	40°
11 heures du soir	43°

Tropæolum majus.

9 août. — Moyennes de quinze observations.

1 heure après midi	37°
11 heures du soir	48°

L'influence de la température sur les phénomènes endosmotiques est trop peu connue pour que nous puissions essayer d'expliquer cette dernière anomalie.

Il résulte de ces expériences que la tendance à l'incurvation en

dehors existe constamment dans les axes végétaux. Cette tendance s'accroît sous l'influence de la lumière, car nous avons vu qu'elle est plus forte le jour que la nuit, plus forte dans la moitié de la tige qui est la plus éclairée : elle se manifeste par une courbure de la tige entière quand cette différence est assez grande et la tige assez flexible.

Reste à savoir si cette tendance d'une moitié de tige à se courber en dehors dépend d'une turgescence inégale des parties centrales et périphériques de la tige, ou si l'une de ces parties de la tige est la seule active dans ce phénomène.

Dutrochet (1) assure que dans tous les axes végétaux qui se fléchissent vers la lumière, le système médullaire a une tendance à se courber en dehors, et le système cortical une tendance à se courber en dedans. Cette assertion ne s'est pas vérifiée. M. Mohl a répété les expériences de Dutrochet sur la plante citée par cet auteur (*Phytolacca decandra*), et a trouvé dans son écorce, ainsi que dans celle de toutes les plantes qu'il a observées à cette intention, une tendance à se courber en dehors (2).

Les résultats de nos expériences s'accordent avec ceux de M. Mohl. Nous ne sommes pas parvenu non plus à nous convaincre de la tendance à l'incurvation en dehors du système médullaire : il nous a paru entièrement dépourvu de toute tendance à l'incurvation. Au reste, nous nous sommes servi d'une autre méthode que celle qu'employait Dutrochet pour observer la tendance à l'incurvation des diverses parties de la tige. Au lieu de plonger dans de l'eau ces parties et d'observer la position qu'elles y prennent, nous nous sommes contenté de les observer dans des tiges fraîchement coupées aussitôt après avoir séparé les parties que nous voulions étudier. L'immersion d'un fragment de tige dans l'eau rend, il est vrai, beaucoup plus fortes les incurvations qui s'y manifestent

(1) *Mémoires*, p. 293 de l'édition de Bruxelles.

(2) H. von Mohl, *Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle*, p. 144.

spontanément, mais nous avons craint d'employer ce moyen comme étant peu en rapport avec les conditions normales des tissus végétaux, et pouvant donner lieu à quelque phénomène qui n'ait pas d'analogue dans le végétal vivant.

En opérant comme nous avons dit, nous avons trouvé qu'une tranche de l'écorce d'une tige herbacée avait constamment une tendance à l'incurvation en dehors, soit que nous l'eussions détachée soigneusement du système vasculaire, soit que nous en eussions emporté une partie avec elle. D'un autre côté, la moelle ne nous a pas offert d'incurvation constante en dehors ni en dedans, soit que la tranche que nous observions contînt ou non quelques fibres vasculaires.

Nous avons fait cette observation sur de jeunes tiges de *Sambucus racemosa*, *Rumex lapathifolius*, *Mirabilis Jalapa*, *Malva rotundifolia*, *Impatiens noli tangere*, *Chenopodium album*, sur la hampe du *Plantago media* et sur le pédoncule du *Scabiosa atropurpurea*.

Le *Mirabilis Jalapa* rend cette expérience particulièrement facile; comme ses tiges sont à peu près carrées, on peut les fendre directement en quatre lanières longitudinales, dont les deux extérieures, composées exclusivement d'écorce, se courberont aussitôt en dehors, et les deux intérieures ne changeront pas de position, tandis qu'une tige pareille fendue seulement dans le plan de son axe courbe ses deux moitiés en dehors.

Nous croyons devoir conclure de ces expériences, que la tendance à l'incurvation en dehors qu'offrent les segments de tiges herbacées, et par conséquent leur tendance à se fléchir vers la lumière, est déterminée par leur système cortical.

Ceci posé, il nous reste à examiner si ce que nous savions sur la structure de l'écorce et sur ses fonctions suffit à expliquer cette propriété.

Avant tout, nous pouvons établir que le liber ne joue pas de rôle essentiel dans le phénomène qui nous occupe. Il est fort peu développé dans les tiges assez jeunes pour se fléchir vers la lumière, et plusieurs plantes, telles que le *Viburnum Lantana*, le *Cheiranthus Cheiri*, plusieurs espèces de *Ribes*, de *Solanum*, de *Mesembrianthemum*, la plupart des *Chénopodées* (qui sont presque toutes héliotropes), enfin la totalité des plantes cryptogames, en sont dépourvues toute leur vie.

Reste le parenchyme de l'écorce qui est composé de deux couches distinctes. La couche extérieure, située immédiatement au-dessous de l'épiderme, est restée longtemps inaperçue ou confondue avec le liber.

M. Hartig semble avoir été le premier qui en ait fait mention comme d'un stratum distinct, mais c'est à M. Schleiden (1) qu'appartient le mérite d'avoir signalé sa présence dans presque toutes les plantes dicotylédonées. M. Mohl (2) a observé cette couche dans les Palmiers. Un équivalent existe chez les *Graminées* et les *Cypéracées* (3).

Nous l'avons observée également, quoique faiblement développée, dans les *Liliacées*, les *Cannacées*, les *Broméliacées*, les *Smilacinées*, les *Marantacées*, très distincte dans les *Dioscorées*, les *Commélinées*, les *Lycopodes*, particulièrement développée dans les *Fougères*.

L'écorce des Équisétacées est aussi pourvue de cette couche particulière (4), ainsi que l'écorce des Mousses (5).

Ce stratum externe se distingue par ses cellules allongées, à

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 151.

(2) *De Palmarum structura*, p. 512.

(3) V. Meyen, *Neues System der Pflanzenphysiologie*, t. I, tab. 2, fig. 1.

(4) Schleiden, *loc. cit.*, t. II, p. 100.

(5) Schimper, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Mousses*, p. 19, et pl. IV, fig. 1-7 (*Mémoires de la Société de Strasbourg*, t. IV, 1850).

parois excessivement épaisses, se joignant intimement entre elles, souvent au point qu'il ne reste pas de méats intercellulaires. Ces cellules contiennent peu ou point de chlorophylle, peu de granulations protoplasmiques; elles sont ordinairement remplies d'un liquide transparent et incolore. Cette couche prend souvent le caractère du tissu nommé collenchyme par les botanistes. Elle se confond quelquefois par transitions insensibles avec la couche interne de l'écorce (*Pteris*, *Hedera*, *Helianthus*); quelquefois la transition est brusque (*Impatiens*, *Mirabilis*, *Malva*).

Le parenchyme du stratum interne de l'écorce qui se confond, par l'entremise des rayons médullaires, avec celui de la moelle, se compose, au contraire, de cellules à parois minces, contenant beaucoup de chlorophylle et de protoplasma. C'est dans ce stratum qu'on rencontre souvent des cellules remplies d'huile essentielle, de cristaux, de sucs vivement colorés; c'est encore dans ce stratum que se voient ces longues lacunes tapissées de cellules sécrétantes. En un mot, tout prouve que ce tissu est le siége d'un travail chimique très actif, d'un travail constant d'assimilation.

Or, nous savons que le résultat de l'acte chimique de la végétation est la formation de substances albumineuses d'un côté, et de l'autre, la formation de substances du groupe des sucres et de l'amidon. Nous savons également que les substances albumineuses et sucrées sont celles qui exercent l'endosmose la plus énergique; en conséquence, nous ne pouvons éviter d'admettre que la couche intérieure de l'écorce doit se trouver constamment dans un état de turgescence plus intense que la couche extérieure. En outre, même si nous supposions une égale activité chimique dans les deux couches de l'écorce, nous ne pourrions nous attendre à trouver la couche externe aussi turgescente que l'intérieure, vu l'obstacle qu'oppose à la dilatation de ses cellules l'extrême épaisseur de leurs parois.

Si notre raisonnement est juste jusqu'à ce point, il est clair que la turgescence du stratum intérieur de l'écorce doit augmenter sous l'influence désoxydante de la lumière, et produire dans la ten-

dance à l'incurvation de tout le système cortical un surcroît ayant pour suite de courber toute la tige du côté de l'afflux de la lumière, malgré la tendance en sens contraire, mais plus faible, qui existe dans l'autre moitié de la tige (1).

Nous ferons observer que l'effet sera le même soit que le stratum extérieur de l'écorce soit continu, comme dans l'*Impatiens*, les *Rosa*, les *Scabiosa*, soit qu'il ne soit développé que sur quelques lignes longitudinales, comme dans les *Ombellifères*, les *Chénopodées*, dans le pédoncule du *Galardia picta*. Il est clair que ces faisceaux de cellules à parois fortement épaisses doivent empêcher par leur peu d'extensibilité l'extension de la couche corticale dont ils font partie.

Nous ferons observer également que les familles des *Chénopodées*, des *Amarantacées*, des *Malvacées*, qui se distinguent par le développement du stratum externe de leur écorce, nous offrent beaucoup de plantes héliotropes. On peut dire la même chose du pédoncule des Composées : celui du Tournesol (*Helianthus annuus*), par exemple, offre un stratum externe d'une épaisseur remarquable. D'un autre côté, les familles de plantes monocotylédonées qui ont le stratum externe de l'écorce peu développé nous offrent une tendance moins prononcée à se fléchir vers la lumière.

Comme les tiges herbacées ont une structure qui favorise plus

(1) *Remarque.*—Quoique nous n'ayons pas observé de tendance à l'incurvation dans le tissu médullaire et les faisceaux vasculaires, nous ne prétendons pas nier qu'ils ne puissent coopérer à la production du phénomène qui nous occupe. — Dans les tiges jeunes encore, où le parenchyme médullaire se distingue fort peu du parenchyme cortical, le premier peut coopérer par sa turgescence à l'action du second. On peut en dire autant du cambium. Nous ferons observer que dans une tige pourvue de tous les tissus constituants des axes végétaux, le cambium avec le liber d'un côté, et la moelle avec les faisceaux vasculaires de l'autre, formeront deux systèmes analogues au système cortical sous le rapport de la disposition de leurs parties constituantes, et de l'aptitude de ces parties à s'étendre par turgescence. Ces deux systèmes tendront à renforcer la courbure occasionnée par l'écorce.

ou moins leur tendance à se fléchir vers la lumière, nous comprenons aisément que toutes ne se fléchissent pas assez promptement pour suivre sensiblement le soleil dans sa course diurne. Du reste, plusieurs circonstances secondaires tendent à faciliter ce phénomène : ainsi le poids des capitules des *Composées* et des *Dispacées* augmente de beaucoup la flexion que contractent leurs pédoncules sous l'influence de la lumière. Une atmosphère claire et chaude, un terrain humide sont des conditions très favorables à la manifestation de cette propriété. De là le grand nombre de plantes héliotropes dans les Alpes, et l'intensité particulière avec laquelle l'héliotropisme de certaines plantes se manifeste au printemps. Le *Chenopodium album*, le *Malva rotundifolia* qui envahissent nos jardins dès les premières journées chaudes, ne sont jamais aussi héliotropes qu'au mois d'avril et de mai : nous avons vu à cette époque les tiges des jeunes *Chenopodium* faire avec l'horizon un angle de 60 degrés en s'inclinant vers le soleil : la nuit, toutes ces tiges reprenaient, sauf variations accidentelles, leur position verticale. Nous pensons aussi pouvoir expliquer par ce qui précède la position nocturne des fleurs du *Ranunculus polyanthemos*; ces fleurs, héliotropes le jour, s'inclinent la nuit vers la terre. Nous avons observé que le plan dans lequel est alors courbé le pédoncule est le même dans lequel il était fléchi par les derniers rayons du soleil, en sorte que les fleurs exposées au couchant étaient inclinées la nuit dans cette direction, tandis que d'autres étaient restées dans la direction où les avait laissées le soleil en se cachant derrière une maison qui leur donnait de l'ombre depuis trois heures de l'après-midi. Toutes ces fleurs, dressées le jour, à cause de la turgescence de leur pédoncule se courbaient par leur poids pendant la nuit, quand cette turgescence venait à diminuer.

L'inflexion des pétioles vers la lumière dépend d'un mécanisme analogue à celui qui produit l'inflexion des axes : le parenchyme des pétioles prend ordinairement dans ses couches externes les caractères du stratum extérieur de l'écorce, tandis que le reste du parenchyme reste semblable à celui du stratum interne. Dans les feuilles dont les limbes sont disposés perpendiculairement au

pétiole, l'inflexion de ce dernier suffit à présenter à la lumière la face supérieure du limbe. C'est ce que nous voyons, par exemple, dans l'*Oxalis*, dans le Lierre. — Dans d'autres plantes, le même but est atteint par des mouvements plus complexes, tels que la torsion du pétiole et la flexion du limbe.

Nous passerons maintenant à quelques observations sur les plantes dormantes, et sur le mécanisme qui produit leurs mouvements périodiques, liés à l'influence de la lumière.

Ce que nous savons sur ce mécanisme se réduit à peu de chose: les spéculations auxquelles se sont livrés sur cette matière quelques esprits éminents du siècle passé, entre autres Bonnet, n'étaient pas étayées par une connaissance, même superficielle, de la structure anatomique des parties mobiles. Une belle expérience faite en 1790 par Lindsay (1) est à peu près la seule donnée positive que nous possédions sur le côté mécanique de ce phénomène. Ce savant a fait voir que le renflement qui existe à la base du pétiole du *Mimosa pudica* est le siége de sa motilité. Il a prouvé en outre par l'ablation de la moitié inférieure de ce renflement que l'abaissement du pétiole pendant la nuit n'était pas dû à une contraction de cette moitié inférieure, mais bien à la turgescence de la partie supérieure du renflement moteur.

Dutrochet (2) a confirmé l'expérience de Lindsay; — quant à l'explication qu'il donne du sommeil et du réveil des feuilles, elle est fondée sur tant de suppositions gratuites et si peu de véritables données anatomiques que nous pensons pouvoir nous dispenser d'en donner ici l'analyse. M. Dassen (3) a fait sur les folioles du *Robinia pseudo-Acacia* la même expérience. Il a observé qu'après l'ablation de la partie inférieure du renflement moteur, les folioles conservaient invariablement une position baissée, et qu'elles restaient dressées quand on enlevait la partie supérieure de ce renflement.

(1) *Bibliotheca of the Royal Society*, july 1790.
(2) *Loc. cit.*, p. 257.
(3) V. Meyen, *Neues System der Pflanzenphysiologie*, t. III, p. 488.

Meyen (1) a observé que les mouvements du pétiole du *Mimosa pudica* n'étaient pas complétement abolis par l'ablation de la partie supérieure ou inférieure du renflement moteur. Le pétiole prenait une position dressée dans le premier cas, et une position baissée dans le second, mais ne laissait pas d'opérer, dans des dimensions très amoindries, ses mouvements périodiques.

Cette observation a été confirmée par M. Bruke (2). Ce savant a prouvé en outre que le parenchyme du renflement moteur du *Mimosa* se trouve constamment dans un état de turgescence qui se manifeste par l'allongement qu'éprouve une tranche radiale découpée dans ce parenchyme.

Plus loin, M. Bruke prouve par une expérience intéressante que la rigidité du pétiole du *Mimosa* est plus grande la nuit que le jour.

Il résulte des travaux que nous venons de citer que les renflements moteurs des feuilles dormantes sont revêtus d'une couche de parenchyme turgescent, tendant, de chaque côté du renflement, à courber le pétiole vers le côté opposé, en sorte que celui-ci est forcé de prendre la position où ces tendances opposées s'équilibrent entre elles.

Nous voyons que l'action de la lumière fait prévaloir une de ces tendances antagonistes sur l'autre, en sorte que le pétiole est courbé vers le haut, vers le bas ou latéralement, selon le caractère spécifique de la plante; quelquefois, la portion de parenchyme qui l'emporte sur les autres n'étant pas disposée parallèlement à l'axe du pétiole, il en résulte un mouvement de torsion.

Avant de chercher une explication de cette périodicité dans les phénomènes de turgescence des parties motrices de végétaux, il faut avoir une idée nette de la structure intime de ces parties. Les

(1) *Ibid.*, t. III, p. 487.

(2) *Ueber die Bewegungen der* Mimosa pudica (*Müllers Archiv.*, 1848, p. 454-435).

résultats des travaux entrepris sur cette matière par les physiologistes sont fort peu satisfaisants. Sans parler de ceux qui appartiennent à une époque où le microscope et l'art de s'en servir étaient dans un état très imparfait, sans parler des travaux plus récents, mais peu soignés, de Dutrochet, nous pouvons dire qu'aucun de nos microscopistes contemporains n'est parvenu à signaler dans les parties motrices des plantes la moindre particularité anatomique en rapport avec les phénomènes qu'on y observe. Nous pouvons citer comme unique exception l'observation isolée de M. Bruke, sur l'épaisseur différente des parois des cellules qui forment le dessus et le dessous du renflement moteur du ***Mimosa pudica***.

Cette observation est importante, ainsi que nous le verrons plus bas.

Or, si l'expansion alternative des diverses parties des organes moteurs des plantes sous l'influence de la lumière et de l'obscurité dépend d'une structure différente de ces parties, il s'agirait avant tout de signaler une différence anatomique entre les deux moitiés de l'organe moteur qui sont alternativement victorieuses l'une de l'autre; il s'agirait en outre de montrer entre les feuilles qui s'abaissent et celles qui s'élèvent pendant la nuit, une opposition de structure à laquelle on puisse rattacher ces mouvements opposés sous l'influence de la même cause extérieure.

Dans le but de nous convaincre par nous-même de la présence ou de l'absence d'une particularité anatomique de ce genre, nous avons étudié la structure des parties motrices de quelques végétaux à feuilles dormantes. Nous avons choisi des espèces appartenant à des familles différentes, savoir : *Chenopodium album*, *Malva rotundifolia*, *Impatiens glanduligera*, *Oxalis acetosella*, *Lupinus*.

Voici les résultats de nos recherches :

Chenopodium album.

Cette plante, dont les feuilles s'étalent le jour, en formant avec la tige un angle plus ou moins ouvert, allant jusqu'à 90 degrés, se relèvent la nuit par la flexion de leurs pétioles. Dans les feuilles jeunes encore, ce redressement va jusqu'à en appliquer les limbes l'un contre l'autre. Le pétiole est composé d'un parenchyme succulent et rempli de chlorophylle que traversent cinq à six faisceaux vasculaires. Tout le pourtour de ce pétiole, à l'exception de la partie tournée vers la tige, est revêtu au-dessous de l'épiderme d'une couche de tissu collenchymatique, qui se confond par une transition insensible avec le parenchyme intérieur. Quant au côté du pétiole qui regarde la tige, nous y trouvons immédiatement au-dessous de l'épiderme un parenchyme lâche, composé de cellules à parois minces, contenant beaucoup de chlorophylle et par-ci par-là des agglomérations de cristaux, semblables, en un mot, au reste du parenchyme qui compose le pétiole. L'action de la lumière, en activant le travail chimique qui s'opère dans ce parenchyme, doit le rendre turgescent. Cette turgescence doit se manifester par une courbure du pétiole, courbure dont la convexité se trouve du côté où prédomine le tissu turgescent, c'est-à-dire du côté intérieur et supérieur du pétiole; — de là, la position étalée que prennent le jour les feuilles du *Chenopodium;* la nuit le pétiole, qui est inséré sur la tige sous un angle aigu, se redresse et les feuilles se trouvent dans la position du sommeil.

Malva rotundifolia.

Les feuilles de la Mauve nous offrent, sur une échelle réduite, les mêmes mouvements périodiques que celles du *Chenopodium*. Leur pétiole fait avec la tige un angle plus aigu la nuit que le jour. Sa structure nous offre aussi une analogie avec celle du *Chenopodium,* savoir que le stratum collenchymatique qui se trouve sous son épiderme se réduit sur le côté tourné vers la tige à deux rangées de cellules à parois épaissies et contenant beaucoup de chlorophylle: ces deux rangées se trouvent sur tout le

pourtour du pétiole. Immédiatemment au-dessous de ces deux rangées, nous trouvons, sur les parties latérales et inférieures du pétiole, un collenchyme composé de cellules à petit diamètre, à parois très épaissies, contenant fort peu de chlorophylle. Cette couche est particulièrement forte sur les trois angles obtus que nous présente le pétiole.

Impatiens glanduligera.

Cette plante, de même que l'*Impatiens noli tangere*, incline ses feuilles pendant la nuit par une courbure de leur pétiole et de leur nervure médiane; le jour les feuilles se redressent et prennent une position horizonale. Une coupe transversale du pétiole nous fait voir dès la première inspection que la couche collenchymatique qui se trouve sous l'épiderme est beaucoup plus forte du côté supérieur du pétiole et que c'est le côté inférieur qui contient le plus de chlorophylle. La surface inférieure du pétiole est revêtue de deux rangées de cellules collenchymatiques, la surface supérieure nous en offre cinq. De là, turgescence plus grande de la moitié inférieure du pétiole et redressement de la feuille sous l'influence de la lumière.

Oxalis Acetosella.

Le renflement moteur qui se trouve à la naissance de chacune des trois folioles qui composent la feuille de cette plante consiste en une masse de parenchyme traversée par un faisceau vasculaire. Le parenchyme de la surface supérieure des renflements moteurs se compose de cellules plus petites, plus serrées et à parois plus épaisses que les cellules de la surface inférieure. Celle-ci nous offre immédiatement au-dessous de l'épiderme une rangée de cellules très grandes, puis 2–4 rangées de cellules d'un plus petit diamètre, le tout à parois très minces, contenant beaucoup de chlorophylle et souvent des cristaux. Les folioles, baissées la nuit, se relèvent le jour par l'action du parenchyme de la surface inférieure plus apte par sa structure à s'étendre par turgescence que le parenchyme de la surface supérieure du renflement.

Lupinus.

Les folioles de toutes les plantes de ce genre s'étalent horizontalement le jour et s'abaissent la nuit. Les renflements moteurs de ces folioles se composent d'un faisceau vasculaire en fer à cheval traversant une masse considérable de parenchyme dont la tension perpétuelle se manifeste par des ondulations transversales que nous présentent toujours les renflements moteurs. Le parenchyme de la moitié supérieure des renflements dont les cellules sont plus épaissies que du côté opposé, se confond par une transition insensible avec le véritable collenchyme qui garnit la surface tronquée du pétiole commun. Ici, comme dans les feuilles de l'*Oxalis*, le parenchyme de la moitié inférieure des renflements doit, sous l'influence de la lumière, vaincre la tension antagoniste du parenchyme de la moitié supérieure et soulever les folioles pendant le jour.

Outre les plantes ci-dessus nommées, nous avons observé le *Kennedia floribunda*, le *Robinia pseudo-Acacia* et le *Lathyrus odoratus*. Les deux premiers baissent leurs folioles pendant la nuit et ont un parenchyme plus serré, à parois plus épaisses sur la partie supérieure des renflements moteurs. La même chose a été observée par Bruke sur le renflement moteur du *Mimosa*, qui dort en baissant son pétiole. — Le *Lathyrus* qui relève la nuit ses folioles, a ses renflements moteurs organisés d'une manière contraire.

L'explication que nous donnons ici du sommeil des feuilles semble en contradiction avec le résultat cité plus haut par Bruke, qui a trouvé les renflements moteurs du *Mimosa pudica* plus rigide la nuit que le jour: mais n'oublions pas que les mouvements périodiques de cette dernière plante peuvent être produits, quoique dans une mesure restreinte, par chacune des moitiés du renflement moteur séparément, ce qui suppose dans chacune d'elle des alternatives de turgescence et de relâchement;

en sorte que tout le renflement moteur peut s'être roidi, quoiqu'une de ses moitiés se soit relâchée. Mais il résulte des expériences de Bruke que la cause que nous donnons ne peut être la seule agissante dans le *Mimosa pudica*, et qu'il doit y en avoir une autre qui coopère à son effet.

Il résulte de ce qui précède que nous n'avons pas la prétention d'appliquer à toutes les plantes l'explication que nous proposons des phénomènes de sommeil de quelques-unes. Le sommeil des plantes n'est pas une fonction déterminée qui puisse nous faire présumer une identité de plan dans les moyens que la nature emploie pour le produire. C'est la manifestation visible de phénomènes intérieurs dont la nature peut être très variée. Ici, plus encore que partout ailleurs, une généralisation prématurée serait un jeu puéril. Le côté chimique de la végétation, dont nous n'entrevoyons que le plan général, nous est si peu connu dans ses détails, les lois même de l'endosmose opérée à travers des membranes de cellulose ont été si peu étudiées qu'il doit nécessairement y avoir des mouvements végétaux inexplicables à l'heure qu'il est. Tel est l'épanouissement des corolles et leur occlusion sous l'influence de la lumière, tels les nombreux mouvements spontanés des étamines, des pistils, etc.

Quant au phénomène de l'inflexion des axes vers la lumière, il est si général que nous pensons pouvoir le rattacher à des actions chimiques communes à tous les végétaux, d'autant plus qu'une analogie remarquable dans la structure des axes les moins semblables entre elles, confirme notre supposition. D'un autre côté, les tissus dont dépendrait cette inflexion dans certaines plantes (1), se retrouvant dans les organes qui font mouvoir leur feuilles, et s'y trouvant justement disposés de manière à produire les mouvements que nous y observons, nous ne pouvons nous empêcher de voir en cela un effet et sa cause.

(1) *Impatiens*, *Chenopodium*, *Malva*.

DESCRIPTION D'UNE NOUVELLE ESPÈCE

DE CANNACÉE DU BRÉSIL,

STROMANTHE PORTEANA.

Par M. Arthur GRIS.

La plante que je vais décrire a fleuri, pour la première fois cette année, dans les serres du Muséum. Nous la devons à M. le docteur Porte qui l'a rapportée de Bahia. C'est la troisième espèce de *Stromanthe* actuellement connue : les deux autres sont le *S. sanguinea* (Sonder), qu'on cultive au Muséum, et le *S. spectabilis* (Ch. Lemaire) que j'ai vu en fleur dans les serres de MM. Thibaut et Kételeer.

STROMANTHE PORTEANA A. Gris.

DESCRIPTIO. *Herba* perennis, caulescens, erecta ; caule nodoso, ramoso, dichotomo, foliato, villoso. *Folia* disticha, petiolata, petiolis superne nodosis, villosis, vaginantibus ; limbo ovato-lanceolato, inæquilaterali, integro, unicostato, supra vernicoso læteque viridi, subtus pallidiore, creberrime penninervio nervis adscendentibus : pagina superiore ad basim pubescente, prope marginem ex uno latere et versus apicem nervumque medium villosa ; pagina inferiore ad margines vix pubescente, versus apicem nervumque villosiuscula.

Inflorescentiæ terminales compositæ, spatha brevi diphylla ante anthesim stipatæ, spicatæ, rachi geniculato villoso bracteas distiche imbricatas fasciculos florum involventes gerente.

Fasciculus singulus ex pedunculis bifloris 7-8 inæqualiter bifurcatis constans, bracteola unica concava, multinervia, plus minus bicarinata vel bialata, pedunculum quemque stipante, ad latus interius inserta.

Calyx triphyllus, sepalis ovatis, subacutis, liberis, erectis, coloratis, striatis, subæqualibus, concavis, æstivatione imbricatis.

Petala 3, sepalis alterna, erecta, intus striata, ovato-oblonga, obtusa, planiuscula, subinæqualia, æstivatione imbricata, inferne cum partibus interioribus floris concreta.

Staminodia 4. Staminodia verticilli exterioris cum staminodiis interioribus longioribus coalita duo, tertio deficiente. Petalis alterna, petaloidea, subspathulata margine sæpius sinuato denticulata, magnitudine et forma maxime variabilia. Staminodia verticilli interioris duo petaloidea, inter se coalita, petalis interioribus opposita; altero stylo inferne adherente, oblongo-spathulato, marginibus sinuoso-dentatis, complicatis, stylum et apice incurvo cucullato stigma involvente; altero latissimo, intus lamella obliqua, adscendente, lobata, ad apicem cucullata aucto.

Stamen fertile unicum inferne cum staminodiis verticilli interioris et stylo concretum, bifidum, lacinia altera petaloidea ananthera subobovata, altera angusta, filamentum constituente et antheram ellipticam, terminalem, unilocularem gerente.

Ovarium inferum, villosum, triloculare, loculis cum glandulis septalibus alternantibus, duobus sterilibus, uno fertili. Ovulum unicum erectum anatropum.

Stylus arcuatus, semicylindricus, latere sulcatus, sulco stigmatici infundibuli marginem attingente.

Stigma deflexum, infundibuliforme, externe et superne planum vel leviter concavum, granula pollinica colligens et ad apicem et marginem infundibuli glandula papillosa auctum.

J'ai quelques détails à ajouter sur la structure du pistil et sur l'inflorescence du *S. porteana*.

Les inflorescences, dans cette plante, sont terminales, composées et protégées avant l'anthèse par les gaînes spathiformes de deux feuilles supérieures. Le rachis, qui est géniculé, porte huit à douze inflorescences partielles distiques dont les bractées mères, de couleur rouge, sont d'abord étroitement imbriquées de manière que l'inflorescence générale a l'apparence d'un épi.

Chaque inflorescence partielle se compose de sept à huit pédoncules biflores, aplatis, insérés sur une très petite surface ; chaque pédoncule est protégé par une bractéole unique, concave, multinerviée, insérée du côté du rachis commun. Les bractéoles les plus externes ou les plus jeunes portent deux ailes sur leur dos, les plus internes sont seulement bicarénées. Des deux pédi-

celles appartenant à chaque pédoncule, l'un est plus court que l'autre.

Quand les fleurs vont s'épanouir, les pédoncules voisins du rachis commun pour chaque inflorescence subissent un mouvement de torsion, en sorte que les deux pédicelles qui étaient dans un même plan parallèle au plan de la bractéole se trouvent disposés, l'un en avant, l'autre en arrière, dans un plan perpendiculaire au premier, le plus petit des pédicelles étant tourné du côté de l'axe. Lors de l'anthèse, un des pédoncules, accompagné de sa bractéole, apparaît au dehors de la bractée mère, tandis que tout le reste de l'inflorescence partielle demeure emprisonné entre les bords de cette bractée mère ; bientôt un second pédoncule prend le même chemin et ainsi de suite.

Parlons maintenant du pistil. Nous dirons successivement quelques mots de l'ovaire, du style et du stigmate.

Dans les trois espèces que j'ai citées plus haut, la structure de l'ovaire est la même. Il y a trois loges très symétriquement placées dont deux sont stériles. Trois glandes septales alternent une à une avec chaque loge. (Voy. pl. 6, fig. 13 et 15.) Cette structure est donc un caractère générique constant.

Cependant Sonder, qui a fait le genre *Stromanthe*, se contente de dire que l'ovaire est uniloculaire (1).

M. Planchon, dans la *Flore des serres et des jardins de l'Europe* (1852-1853), décrit avec beaucoup de soin le *S. sanguinea*, mais opérant sur un échantillon conservé en herbier, il ne signale pas la véritable structure de l'ovaire et le présente comme un ovaire uniloculaire à loge excentrique.

Partant de cette idée, il pense que le genre *Stromanthe* a de grandes affinités avec les *Maranta* dont il ne différerait que par des détails de forme plutôt que de structure. Si les *Maranta* n'ont en réalité qu'une seule loge et pas de glandes septales, ils s'éloignent au contraire beaucoup des *Stromanthe*. Enfin, en 1854, M. Ch. Lemaire, dans le quatrième volume de son *Jardin fleuriste*

(1) N'ayant pu consulter le travail même de Sonder, je parle seulement ici de la description générique reproduite par Walpers (*Ann.*, III, 605).

(pl. 40), donne une description spécifique détaillée du *S. spectabilis*, qui est encore moins exacte à l'égard de l'ovaire. Il admet trois loges stériles et une loge fertile, ce qui fait quatre loges. M. Lemaire n'a pas vu les véritables loges steriles, il les a confondues avec les glandes septales, et comme il y a trois glandes septales, en y ajoutant la loge fertile, il a obtenu la figure monstrueuse d'un ovaire à quatre loges dans une fleur construite sur le type ternaire.

Le style est arqué, demi-cylindrique, sillonné d'un côté, et ce sillon se prolongeant vient échancrer la lèvre même de la cavité stigmatique. (Pl. 6, fig. 4, 12, 19, 20.) Il est parcouru de haut en bas, à l'intérieur, par un canal triangulaire excentrique tapissé par des cellules de tissu conducteur légèrement saillantes; on en reconnaît d'analogues à la face interne des lèvres inférieure et supérieure du stigmate.

Ce stigmate présente au sommet et en dehors de sa lèvre supérieure (pl. 6, fig. 4, 12, 18, 19, 20), un organe spécial dont ne parlent ni M. Planchon, ni M. Lemaire. C'est une petite masse plus ou moins arrondie, blanche, d'aspect cireux et de consistance pulpeuse. Si avec la pointe d'un scalpel on gratte légèrement la surface de cet organe, on enlève cette espèce de pulpe qui se résout sur le porte-objet du microscope en un nuage de très petits granules, et il reste sur la lèvre supérieure du stigmate comme un petit panache de cellules allongées dressées (fig. 18) qui ont sans doute sécrété la matière pulpeuse et granuleuse qui les recouvre.

Mais quel est le rôle de cette glande papilleuse dont j'ai de même constaté la présence dans le *S. spectabilis?* Les grains de pollen qui reposent sur la face externe et légèrement concave de la lèvre stigmatique supérieure germeront-ils là où ils ont été déposés avec tant d'ordre? Est-ce en traversant les cellules allongées que les boyaux polliniques arriveront dans la cavité du stigmate? Enfin ces cellules doivent-elles être considérées comme une sorte de tissu conducteur externe ou comme des poils collecteurs? Nous adopterions volontiers cette dernière manière de voir.

D'après les observations qui précèdent, et nous aidant des des-

criptions des deux autres espèces décrites par MM. Planchon et Lemaire, nous croyons pouvoir modifier comme il suit la phrase caractéristique du genre *Stromanthe* donnée par Sonder.

STROMANTHE Sonder.

Calyx superus, coloratus, triphyllus, sepalis erectis concavis, æstivatione imbricatis.

Petala 3 sepalis alterna, erecta, æstivatione imbricata.

Staminodia 4. Staminodia verticilli exterioris cum staminodiis interioribus longioribus coalita duo, tertio deficiente, petaloidea, plerumque subspathulata, magnitudine et forma variabilia. Staminodia verticilli interioris duo petaloidea petalis interioribus opposita, altero stylo contiguo vel adnato, marginibus complicatis stylum et apice incurvo cucullato stigma involvente; altero intus lamella obliqua adscendente ad apicem cucullata aucto.

Stamen fertile unicum bifidum lacinia altera ananthera petaloidea, altera angusta filamentum constituente et antheram terminalem unilocularem gerente.

Ovarium inférum, triloculare, loculis cum glandulis septalibus alternantibus, duobus sterilibus, uno fértili, ovulum unicum erectum, anatropum.

Stylus arcuatus. Stigma deflexum, infundibuliforme externe et superne planum vel leviter concavum, granula pollinica colligens et ad apicem marginemque infundibuli glandula papillosa auctum.

Fructus ...... — *Herba perennis caulescens erecta. Foliis magnis petiolatis penninerviis distichis. Inflorescentiæ terminales compositæ, spicatæ vel paniculatæ pedunculis bifloris.*

Indiquons maintenant en quelques mots les caractères à l'aide desquels on distinguera aisément les trois espèces de Stromanthe actuellement connues.

STROMANTHE SANGUINEA Sonder.

Folia glabra, anguste ovato-oblonga, acuta, supra viridia subtus vinoso purpurea. Inflorescentia pedunculum communem gracilem foliis longiorem superans, e ramulis fasciculatis 3-5 subumbellatis erectis apice paniculatis composita.

STROMANTHE SPECTABILIS Lem.

Folia glabra, ovato-oblonga basi rotundata supra vernicosa læteque viridia, subtus pallidiora. Inflorescentia pedunculum communem gracilem foliis longiorem superans e ramulis fasciculatis 3-5 subumbellatis effusis apice paniculatis composita.

STROMANTHE PORTEANA A. Gris.

Folia partim pubescentia vel villosa ovato lanceolata, supra vernicosa læteque viridia, subtus pallidiora. Flores spicati spicæ compositæ solitariæ vel geminatæ, flores spicati. Rachi geniculato villoso, bracteas coloratas distiche imbricatas fasciculos florum involventes gerente.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 6.

s	veut dire	*sépale.*	*st*	veut dire	*style.*
p	—	*pétale.*	*stg*	—	*stigmate.*
ste	—	*staminode externe.*	*ov*	—	*ovaire.*
sti	—	*staminode interne.*	*gl*	—	*glande.*

Fig. 1 et 2. Le même fragment de l'inflorescence générale vu sur ses deux faces opposées.

Fig. 3. Une inflorescence partielle ; elle est le plus souvent composée de 7 pédoncules biflores (*p*) accompagnés chacun d'une bractéole unique (*b*), insérée du côté de l'axe. On voit en B la bractée mère de l'inflorescence partielle qui enveloppe le reste des pédoncules floraux. (Voy. fig. 21 le diagramme de l'inflorescence partielle.)

Fig. 4. Style et stigmate d'une fleur en bouton. (*p*) partie supérieure plane ou légèrement concave du stigmate sur laquelle sont déposés des grains de pollen avec le plus grand ordre.

Fig. 5. Un pétale.

Fig. 6. Une des bractéoles qui protégent les pédoncules floraux vue par sa face antérieure ; *a*, ailes.

Fig. 7. Une fleur épanouie.

Fig. 8. Un sépale.

Fig. 9. Une fleur en bouton dont on a enlevé le calice et la corolle; *an*, anthère de l'étamine fertile; *ap*, son appendice pétaloïde,

Fig. 10. Une inflorescence partielle; *b*, bractéoles.

Fig. 11. Le pistil dans une fleur épanouie.

Fig. 12. Style, stigmate et staminode qui les enveloppe dans une fleur en bouton.

Fig. 13. Coupe transversale de l'ovaire; il présente trois loges : deux stériles (*l. s.*), une seule fertile (*l.*); *ov*, ovule; *gl. s.*, glandes septales.

Fig. 14. Le staminode interne portant une lance oblique (*cr*) dont le sommet forme un capuchon.

Fig. 15. Coupe longitudinale de l'ovaire intéressant la loge fertile avec l'ovule, une glande septale et l'une des deux loges stériles.

Fig. 16. L'étamine fertile bifide; l'une des divisions est pétaloïde (*pt*), l'autre amincie en filet porte l'anthère (*an*).

Fig. 17. Diagramme de la fleur; *st. a.*, staminode avorté; *st. f.*, étamine fertile.

Fig. 18. Coupe verticale du stigmate

Fig. 19, 20. Styles et stigmates dans des fleurs en bouton.

Fig. 21. Diagramme d'une inflorescence partielle; B, bractée mère; A, axe, *b*, bractéole; *Fl*, fleur.

ANTHOSTEMIDEARUM

SIVE

EUPHORBIACEARUM MONANDRARUM DESCRIPTIONEM

QUÆ IN HERBARIO MUSÆI PARISIENSIS EXSTANT TENTAT

H. BAILLON,

In Fac. Med. Par. agreg. prof. necnon in Lyc. Napoleonensi.

Euphorbiaceæ fere omnes monandræ uniovulatos germinis loculos præbent. Inter equidem uniovulatas, *Callitriche* nonnunquam monandra, sed abortu. Supersunt igitur genera septem, scilicet: *Pachystemon* Bl. et Loureiri *Commia*, genus nobis penitus incognitum, sed, ex auctore monandrum (ni polyandrum, cum cl. A. de Jussieu, habeas). Accedunt *Ophthalmoblapton*, fide cl. Allemao monandrum et nova mihi tria genera *Algernonia*, *Dalembertia* et *Tetraplandra*, quibus certe stamen unicum. Inter quæ primum pollet *Anthosthema* A. Juss. et quorum, ut decet, fiat brevis, ante omnia, conspectus :

Anthostemidearum conspectus.

1. Anthera. . . .	2-locul.	4
	Plus quam 2-locul.	2
2. Loculi.	3-4	3
	Plus quam 4 . . . . . *Commia*,	V.
3. Loculi.	3 (imperf.) . . . . . . *Pachystemon*,	VII.
	4. . . . . *Tetraplandra*,	VI.
4. Styli	3.	5
	1 (poro apic.). . . . . *Ophthalmoblapton*,	IV.
5. Perianth. ♂. . .	0, aut 1 bract . . . . *Dalembertia*,	II.
	Pluripart.	6
6. Infloresc.	Definit. . . . . *Anthostema*,	I.
	Indefinit. . . . . . . *Algernonia*,	III.

I. ANTHOSTEMA A. Juss.

Char. gen. Flores monoici.

Fl. masc.— Calyx monophyllus, inæqualiter 5-6-dentatus, membranaceus. Stamen unicum, cui filamentum centrale, subulatum, erectum; anthera terminalis, lateralisve, bilocularis, loculis rima longitudinali dehiscentibus, polline pulvereo.

Fl. Fœmin. — Calyx campanulatus, monophyllus, inæqualiter 3-5-dentatus, dentibus ad marginem serrulatis. Germen centrale, triloculare; loculi calycis laciniis oppositi (quum utriusque numerus idem est). Ovarium ad apicem paulisper attenuatum, inde stylo continuum crasso, columnari, dein tripartito; styli laciniis obtuse bilobis, intus stigmatosis necnon canaliculatis. Germinis loculus quisque uniovulatus. Ovuli apex processu quodam placentarii tectus, cujus basis cylindrica profunde per micropylem ad nucellum penetrat.

Fructus capsularis tricoccus; coccis bivalvibus, monospermis. Semen compressum, testa nitida, fusca, apice carunculato. Carnosi albuminis centrum embryo occupat planus, radicula supera, cylindrica, cotyledonibus planis, basi subauriculatis, lateralibus.

Arbores in Africa calidiore indigenæ, ramis glabriusculis, foliis alternis, simplicibus, integris, coriaceis, glabris, nitidis, venosis, petiolo brevi, bistipulato.

Florum axis ramosus, divisuris adspectu articulatis, sed vere bractearum cicatrices caducarum gerentibus. Ramulus uterque florem fœmineum terminalem unum gerit infraque parum inflatus pedicellus. Subtus bracteæ duæ subopposita in axilla gemmam gerunt, super quas bracteæ quatuor aliæ, latere bi vel rarius uniglandulosæ, laterales primum, et regulariter circum florem fœmineum dispositæ, dein uno tantum latere dejectæ florem fœmineum jam non cingentes et false terminales quoque videntur. Quarum in axilla bractearum, florum masculorum glomeruli, seu bipares, seu sæpius unipares exstant. Pedicellus fœminei floris crassus, marium autem tenuior, cylindricus, infra calycem articulatus; cujus pars inferior post florum occasum persistit.

Cfr. ad gener. descript. et illustrat. A. Juss. Mon. Euph., p. 56 et tab. 18.— Endl. Gen., 5767.— H. Bn. Et. gen. Euph., 343 et tab. V, fig. 1-7.

OBS. *Anthostema* a cl. Ad. de Jussieu creatum sic notum est ab eo non procul ab *Euphorbia* collocatum fuisse, ut tantum ab hoc genere discedat florum utriusque sexus mutua positione. Dum enim flos fœmineus in *Euphorbia* sit terminalis, masculis circumfusis, in *Anthostema* contra lateralis est. Quod sat alias a me examinatum (*Et. gen.*, p. 59 et seq.). Non equidem ego *Anthostema* cum *Euphorbia* collocandum, ut apparebit, censebam et potius ad Sapiæas, id est ad *Stillingiam*, *Sapium*, *Cnemidostachidem* et genera alia affinia revocandum. De quo tuum fiat, benevole lector, judicium, dissectis et acrius examinatis, non tantum Jussiæana specie, sed et altera, quam in Thuarsiano herbario nuper inveni.

Spec. 1. A. SENEGALENSE A. Juss.

A. foliis petiolatis, ovato-acutis, apice acuminatis, basi attenuatis; floribus axillaribus.

Arbor ramis teretibus, longitudinaliter striatis. Folia alterna (nonne potius disticha?), sat distantia. Petiolus 1 cent. longus, infra cylindricus, supra canaliculatus. Limbus coriaceus, densus, subcrispus, penninervius, utrinque glaber, nervis paralleliter secundariis striatus, dein ad marginem inter se osculantibus tenuiter reticulatus. Limbus 6-10 cent. longus, ovato-acutus, basi attenuatus, apice acutus aut subacuminatus, margine integerrimus sæpiusque nonnihil reflexus. Florum axis communis non omnino sessilis, ad omnia fere rami folia axillaris. Floris fœminei pedicellus brevis, crassus. Floris masculi calyx tenuiter ad marginem denticulatus. Anthera sublateralis. Fructus capsularis, lævis, profunde tricoccus; coccis prominentibus. Semina ovoidea, latere utroque compressa, testa lævi, fusca, maculis striatis conspersa; caruncula carnosa albida, ovalis. Embryo planus; radicula brevis; cotyledones rotundæ, basi subauriculatæ, sub 3-5-nerviæ, laterales, id est loculi dissepimenta facie externa spectantes. Columella fructus persistens, trigona, superne latior, inferne calycis basi indurata prominenteque cincta.

Crescit ad plagas senegalenses floretque decembre (fid. cl. Heudelot).

A. senegalense A. Juss. mss. Herb. Juss. (Coll. Leprieur,

1830.) Id. in Herb. Mus. Par. (Coll. Heudelot, 1837, n. 40 et 592.)

Cfr. ad spec. descr. et illust. A. Juss. Mon. Euph., p. 57 et tab. 18. — H. Bn., loc. cit., p. 59 et 544, et tab. V, fig. 1-3.

Spec. 2. Anthostema madagascariense †.

A. foliis confertis, subsessilibus, subspathulato-ovatis, basi attenuatis, apice obtusis, floribus subterminalibus.

Arbor (?) ramis teretibus, leviter longitudinaliterque striatis. Folia conferta, alterna, subsessilia. Petiolus brevissimus, fere nullus, cujus basis, utrinque in ramum transversim prolongata, stipulæ caducæ vestigium mentitur. Petioli facies infera lævis convexa, supera autem concava. Limbus ovatus, basi attenuatus, subspathulatus, apice obtusus, rotundatus, aut integer aut breviter fissus; marginibus integerrimis, parum reflexis. Limbus 6-8 cent. longus, coriaceus, densus, glaber, lævis, at subtus pallidior nec adeo lucens, penninervius. Nervi secundarii paralleliter horizontales transversalesque, dein inter se osculantes; quaternarii et quinarii autem reticulati. Flores in axi ramose multiplici dispositi, adspectu, non autem vere terminales, quippe qui foliorum superiorum sæpe in bracteas parvas reductarum axillam occupent. Bractearum marium glandulæ (invol. masc. Auctt.) fuscæ, carnosæ. Sterilium bractearum (invol. comm. Auctt.) gemmæ axillares ab utriusque sexus floribus remotiusculæ. Anthera subterminalis.

Fructus et semina desiderabantur.

A. madagascariense H. Bn. mss.; *Sapium* Dcsne. mss, in Herb. Dup.-Th.

Cfr. Bn., loc. cit., p. 60 et 544, et ad ill., tab. IV, fig. 4-7.)

II. DALEMBERTIA †.

Flores monoici, amentacei.

Masc. — Bractea simplex, unica, postice concava, florem, pro calyce, obtegens, inque floris pedicello elevata. Pedicellus primum erectus, dein inflexus atque in filamentum antheriferum supra

bracteam productus. Anthera bilocularis, ovoidea; loculis 2 rima longitudinali deshiscentibus, introrsis.

Fœm. Calyx minimus, cujus foliola 3 (anticum 1 et postica 2), parva, subulata, acuta, ad basim glandulis 2 lateralibus instructa, glandulis simul et calycis basi cum summo pedicello confusis. Ovarium subglobosum, subtrigonum, loculis 3 calycis laciniis alternantibus, uniovulatis. Ovulum pendulum, calyptra quadam cellulosa obtectum. Stylus cylindricus erectusque, donec ad apicem in lacinias 3 dividatur, centrifugas, reflexas, revolutas, intus papilloso-stigmatosas, extus autem nudas lævesque.

Fructus capsularis, 3-coccus; coccis bivalvibus, monospermis. Semen ovoideum.

Arbuscula mexicana; ramis glabris, teretibus; foliis alternis, petiolatis, subintegris aut inæqualiter crenatis, lobatisve, penninerviis, ad basim sub-3-7–nerviis, nervis tertiariis transversalibus.

Flores axillares, aut in apice ramulorum subterminales. Fœminei pauci, inferiores, in axilla siti bracteæ 2–glandulosæ, pedicello claviformi, carnoso, primum erecto, demum prope basim reflexo. Masculi in axilla bracteæ 2-glandulosæ in cymas 3-floras congesti, quorum unus centralis, duo autem juniores laterales.

Obs. Simillimus quidem *Stillingiæ* flos fœmineus, ni minor calyx, constanter que ad basim biglandulosus. Nulla *Stillingiæ* aut *Sapii* species occurrit, in qua crassus post anthesin pedicellus sit reflexus, stylum stigmataque subtus ad terram proferat. Et forsan masculorum florum glomerulum non, sicut supra, benevole lector, pro inflorescentia unica 3-flora habebis; sed aut sicut flos triandrus, aut sicut flores 3 monandri nudique, tibi apparebit. Non equidem triandrum censeo; essent enim in flore stamina 3 non ejusdem ætatis, nilque in *Stillingia*, *Cnemidostachide* proximisque aliis generibus simile est. Potius in glomerulo flores 3, quorum centralis unus, lateralesque duo, sed nudi omnes, proferente filamento appendiculum laterale, scilicet bracteolarum *Euphorbiæ* aliorumque generum haud absimile. De quo certe sub judice lis erit, donec nos jam non embryogenica fugiet florum observatio. Species 2, quarum dubia una, in herbariis nostris occurrunt:

Spec. 1. DALEMBERTIA POPULIFOLIA †.

D. foliis cordatis, apice acuminatis, fere integris aut inæqualiter crenatis lobatisve; floribus amentaceis; fœmineis inferioribus; pedicello fœmineorum claviformi, crasso, post anthesim reflexo.

Arbuscula ramis teretibus, glabris, rectis. Folia alterna, distantia. Petiolus glaber, 3-4 cent. longus. Limbus 4-6-9 cent. longus, irregulariter cordiformis, apice acuminatus, basi obtusus, subrotundus, nonnunquam vix peltatus; marginibus fere integris aut inæqualiter crenatis lobatisve; penninervius, basi sub 3-5-7-nervius; undique transversim reticulatus, nervis, præsertim subtus, prominentibus. Pagina foliorum superior glabra; inferior autem obscurior, pallidiorque nec (in sicco) adeo fuscata. Flores terminales vel ad summos ramos subterminales. Bractea axillaris fœmineorum florum crassa, latere 2-glandulosa, apice acuta. Pedicelli crassi, claviformes, apice carnosi; primum erecti, dein arcte a basi reflexi. Semen subglobulosum.

Habitat in terris mexicanis.

D. populifolia H. Bn. mss., in herb. Mus. Par. (Coll. Andrieux, Mexic. Tehuantepec, 1834, n. 107). — Id. in herb. Lessert. (Coll. Andrieux, Mexic., n. 436).

Cfr. ad iconograph. spec., loc. cit., tab. V, fig. 11-15.

Spec. 2? DALEMBERTIA PLATANOIDES †.

D.? foliis longe petiolatis, inæqualiter lobatis; lobis 3-11, apice acutis, attenuatis, inæqualibus; pedicellis fœmineis perlongis, gracilibus, rectis.

Arbor (?) ramis lævibus, rotundatis. Folia alterna, remota. Petiolus gracilis, 2-3 cent. longus, nudus. Limbus profunde 3-11-lobatus. Lobus terminalis acutus, attenuatus; laterales autem minores, inæquales, acuti. Nervi ad basin triplices (aut 5-7), divergentes. Limbus supra glaber, lævis, infra pubescentia levi, præsertim ad nervos tertiarios, sparsus. Nervi tertiarii tenuiter transversim reticulati. Florum fœmineorum pedicelli graciles, nudi, 4-5 cent. longi. Fructus coccis distinctissimis, salientibus, inter se profunde separatis. Styli persistentes stigmataque revoluta. Semen pisiforme, fuscum, ecaronculatum.

Flores masculi et fœminei juniores desiderantur. Plantane dioica? Habitat ad Oaxaca, Mexico (fid. Galeotti), in sylvis, ad 4000^{m} alt. (Rar.).

D.? platanoides A. Gris. mss. in Herb. Mus. Par. (Coll. Galeotti, 1840, n. 3574).

III. ALGERNONIA †.

Flores monoici, amentacei.

Masc. — Calyx monophyllus, brevissimus, inæqualiter 3- (aut 4-5) partitus, laciniis obtusis; præfloratione imbricata. Stamen unicum, cui filamentum columnare, in centro floris erectum, antheram unam terminalem gerens bilocularem; loculis lateralibus, rima longitudinali dehiscentibus; connectivo loculos paulo superante, apicali, obtuso. Pollen pulverulentum.

Fœm. Calyx cupuliformis, laciniis inæqualibus, persistentibus. Germen 3-loculare, conico-depressum, margine circulari, horizontaliter alato, membranaceo, inæqualiter lobato, necnon reflexo cinctum. Stylus unicus, perlongus, cylindricus, dein 3-partitus; laciniis parum divergentibus, erectis, extus glabris, intus autem stigmatoso-papillosis.

Fructus suberosus, conico-depressus, turbinatus, calycis induvia cinctus, 3-locularis, loculis 1-ovulatis.

Arbor brasiliensis, ramis profunde dichotomis. Folia alterna, breviter petiolata, 2-stipulata; ovato-acuta, apice repente acuminata, ad basin attenuata, obtuse remoteque dentata, petiolo ad apicem glandulis 2 lateralibus instructo.

Flores masculi terminales, amentacei. Squamæ alternæ, dense imbricatæ, basi decurrentes, dein superne ab axi remotæ. In axilla glomerulus pauciflorus. Inferior ad basim flos fœmineus unicus, subsessilis, squama propria 2-glandulosa munitus.

Obs. Genus cl. H. Algernon Weddell dicatum, in Musæo Par. bot. adjutori, ingenio et doctrina præstanti. Conspicuum præsertim genus fructu singulari et germine. Forma equidem marginato-alatum ovarium, floribus nonnullis *Salsolacearum* post anthesin haud absimile. Cui nihil apud

alios Euphorbiacearum fructus comparandum invenies. Stylus stigmataque nihilominus sunt *Euphorbiarum* et, inciso germine, loculi 3 apparent uniovulati, ovulis pendulis, anatropis, raphe loculi angulum spectante, micropyle autem superiori et exteriori. Genus ideo certe Euphorbiaceum.

Cfr. ad illustrat. generis Etud. gen. Euph., p. 546 et tab. II, fig. 30-32.

Spec. unica. ALGERNONIA BRASILIENSIS †.

A. ramis dichotomis, foliis subspatulatis, basi attenuatis, apice acuminatis, remote crenulatis; amentis masculis tenuioribus, lutescentibus.

Arbor (?) ramis teretiusculis, glabris, nonnunquam fuscis rufescentibusve; sæpius profunde dichotomis, perlongis, gracilibus. Folia alterna. Petiolus brevis, vix 1 cent. longus. Limbus 2-4-10 cent. longus, subspathulatus paulisperque ad petiolum basi attenuatus, apice acuminatus; marginibus remote et inæqualiter crenulatis; supra glaber, lævisque et nitidus, subtus autem pallidior nec tam lævis; penninervius, tenuiter reticulatus, nervis prominentibus. Amentum masculum tenue, bracteis et floribus pubescentibus. Squamæ amenti in axin decurrentes, rhomboidales, dense inter se imbricatæ (fortassis sponte secedentes?). Bractea fœminei floris 2-glandulosa. Stylus elongatus, cylindricus, stigmatosis laciniis parum divergentibus. Fructus horizontaliter alatus, apice obtuse conicus; ala irregulariter lobata inflexaque.

Crescit in Brasilia.

A. brasiliensis. H. Bn. mss., in herb. Mus. Par. et Lessert. (Gaudich., Herb. Imp. Bras., 1833, n. 1151)

Cfr. Bn. loc. cit., p. 546 et ad illust. sp., tab. II, fig. 30-32.

IV. OPHTHALMOBLAPTON Allem.

Cfr. ad descr. gen. Allem. in Ann. sc. nat. (ser. 3) XIII, 119. — Walp. Ann. Bot. *syst.*, III, p. 361. — H. Bn. Et. gen. Euph., p. 547.

Spec. unica. O. BRASILIENSE Walp., *loc. cit.*, p. 362.

V. COMMIA Lour.

Flores dioici, amentacei.

Masc. — Squamæ obtusæ, imbricatæ, adstrictæ, pro calyce florem nudum tegentes. Perianthium nullum. Staminis filamentum unicum, breve. Anthera subrotunda, multilocularis.

Fœm. — Perianthium 3-phyllum, breve, inferum, persistens, foliolis acutis. Germen subrotundum. Styli 3 reflexi, breves; stigmata crassiuscula.

Fruct. — Capsula 3-loba, 3-locularis; loculi 1-spermi, hiantes. Semen subrotundum.

Char. ex Lour. Fl. Cochinch., 605.— Spreng. Syst. Veg., III, p. 899. — A. Juss. Mon. Euph., p. 53. — Spach, H. Veg., II, p. 527. — Endl. Gen., 5774. — H. Bn. Et. gen., p. 548.

Obs. « Anthera multilocularis (nonne potius filamentum apice pluriantheriferum, antheris adnatis?) » (A. Juss.)

Spec. unica. Commia cochinchinensis Lour.

C. foliis lanceolatis, integerrimis, incurvis, reflexis.

Arbor mediocris, ramis expansis. Folia lanceolata, integerrima, glabra, incurva, reflexa, alterna. Flores fœminei racemis oblongis, parvis, subterminalibus. Masculorum amenta brevia, axillaria. Planta scatens humore resinoso-gummoso.

Crescit in Cochinchina. Incolis *Cay son gia*.

Char. ex Lour., loc. cit.

VI. TETRAPLANDRA †.

Flores dioici?

Masc — Calyx gamophyllus, inæqualiter 3-5-partitus, laciniis crassis, brevibus, obtusis; præfloratione imbricata. Stamen unicum centrale. Filamentum erectum, columnare, in medio articulatum,

ad articulationem utrinque ventricosum. Anthera terminalis, 4-locularis; loculis simplicibus, calycis laciniis alternis (dummodo sit in utroque numerus idem), rima longitudinali dehiscentibus; pollen pulverulento.

Foem. —Calyx profunde 5-partitus, laciniis scariosis, inæqualibus, arcte ovarium cingentibus et fere totum obtegentibus. Præfloratio imbricativa, quincuncialis. Germen 3-loculare, globosum, superne conicum attenuatumque in stylum crassum, cylindricum, columnarem, erectum; dein in lacinias 3 stigmatosas divisum. Laciniæ latæ, reflexæ revolutæque, extus læves, intus plumoso-papillosæ. Loculi uniovulati. Ovulum funiculo brevi in angulo loculi suspensum, calyptra obtectum.

Arbor? brasiliensis, ramis glabris, foliis alternis. Petiolus perlongus, supra canaliculatus, bistipulatus, ad apicem 2-glanduloso-tuberculatus. Limbus ovato-oblongus, basi attenuatus, apice acuminatus, supra glaber, subtusque penninervius, reticulatus, aut integer, aut remote obtuseque crenulatus.

Flores amentacei, terminales? Squamæ scariosæ, dense imbricatæ, alternæ. In axilla flos masculus unicus, bracteolis 2 munitus lateralibus sterilibus. Fœminei flores aut pauci, aut solitarii, bracteis nonnullis imbricatis cincti, terminales?

Obs. Genus adspectu *Sapio* affine. Character nonnullus *Algernoniæ*. Sed antheris differt præcipue quadrilocularibus, neque fructus occurrit forma et expansis marginibus sicut in *Algernonia* singularis. Lubenter Loureiri *Commiam* flore masculo simillimam haberem et *Trewiæ* stylus stigmataque, sæpius equidem tetramera, huic proxime accedunt, sed forma tantum exteriore, non autem legitimis affinitatibus nec flore masculo. Non sine dubio dioicam plantam contendo, sed in ramis diversis sexus (Herb. Par.) geruntur, forsan ex arbore eadem. Nomen a numero antheræ loculorum.

Cfr. ad illust. et descr. generis : Et. gen. Euph., p. 549, et tab. V, fig. 8-10.

Spec. unica. TETRAPLANDRA LEANDRI †.

T. foliis alternis, petiolo gracili, perlongo ; limbo ovato, basi attenuato, apice acuminato, marginibus irregulariter crenatis ; perianthio masculo brevissimo, vix ullo ; stylis plumosis, perlongis, revolutis.

Arbor ramis teretibus, fuscis aut griseo-luteis. Folia alterna ; petiolus nudus, gracilis, 6-10 cent. longus, apice biglandulosus. Glandulæ minimæ vix prominentes. Limbus 10-15-18 cent. longus, ovato-elongatus, basi attenuatus, apice, repente nonnunquam, acuminatus ; marginibus inæqualiter, remote obtusiusque crenatis ; supra glaber, lævisque ; infra autem pallidior, nec lucens ; penninervius, reticulatus, nervis præsertim subtus prominentibus. Amenta mascula minora, conferta, squamis dense imbricatis. Calyx minimus, laciniis inæqualibus, crassis, brevibus, quasi carnosis. Filamentum ad basin tenue, dein ad articulationem inflatum, rursusque ad apicem tenuius ; connectivum subapiculatum nec loculos superans. Fœminei floris calycinæ laciniæ longiores acutæque et membranaceæ. Ovarium apice pyriforme, attenuatum. Styli pars communis cylindrica ; papillosæ laciniæ stigmatis perlongæ ($\frac{1}{2}$-$\frac{3}{4}$ cent.), post anthesim revolutæ.

Crescit in Brasilia.

T. Leandri H. Bn., mss. *Sapium* sp. Leandr.? mss., in herb. Mus. Par. (Coll. Leandro do Sacram., 1819, n. 29 et n. 73).

Cfr. ad illust. spec., loc. cit., tab. V, fig. 8-10.

VII. PACHYSTEMON Bl.

Flores dioici.

MASC. — Alabastrum claviforme, ad apicem sæpe pulvere luteo, resinoso vestitum. Calyx tubulosus vel infundibuliformis, 3-dentatus, dentibus subinæqualibus, obtusis ; præfloratione valvata.

Stamen unicum (aut 2, fide cl. Wight) inclusum, cui filamentum centrale, crassum, antheræ basin annulo glanduloso cingens. Anthera terminalis, poro dehiscens apicali, trigono; loculi dissepimento (imperfecto?) separati.

Fœm. — Calyx urceolatus, subinteger, ad marginem nonnumquam inæqualiter crenulatus. Germen globosum, leviter ad apicem depressum, 5-6-sulcatum; sulcis latioribus resinoso pulvere glandulosis necnon lutescentibus. Loculi 5-6, sulcis alterni, uniovulati. Ovuli amphitropi, in angulo loculorum late affixi. Stylus crassus, ad basin unicus, mox 5-6–partitus. Laciniæ erectæ, subulatæ, cornutæ, extus læves, intus stigmatosæ, persistentes.

Fructus carnosus, 5-6-sulcatus, 5-6-locularis, 5-6-valvatus (fid. cl. Blum.). Loculi 1-spermi. Semina amphitropa, subtrigona, raphe longissima verticaliter producta, qua semen totum angulo loculi cujusque interno adhæret.

Arbores indicæ, javenses, etc., *Mappæ* facie, foliis alternis, longissime petiolatis, sæpius peltatis, bistipulatis; limbo 3-lobo, marginibus glanduloso-denticulatis, penninervio, ad basin subdigitinervio, transversim reticulato.

Flores spicati. Masculi in axilla bractearum glomerulati, dense inter se compressi, inde subpyramidales, sessiles. Fœminei bracteolati, sessiles, spicam quamdam breviorem, subglobosam constituentes, in axilla bracteæ cujusque solitarii. Axis florum fœmineorum simplex, crassior; masculorum tenuis, ramosus; uterque (fid. cl. Blum.) axillaris.

Pachystemon *Bl.* Bijdr., 626. — Endl. Gen., 5778. — Bn. Et. gen. Euph., p. 550 et tab. XX, fig. 38-41.

Obs. Genus cl. Ad. de Jussieu *Acalyphæis* et *Stillingiæis* intermedium. Stamine enim sæpius unico accedit ad *Anthostematis Tetraplandræ*que flores masculos, sed faciem habet *Mappæ*, foliorum primum forma et nervatione, dein florum sexus utriusque dispositione. Proximum certe genus habebis Thuarsii *Macarangam*. Nil equidem distant habitu, sed

flores masculi polyandri, fructusque 1-locularis, 1-spermus. Ad mentem veniat quod semel 2-locularis Thuarsio occurrerit fructus, ut a nonnullis relatum. Species quoque sunt *Mappæ* in quibus stamina pauca (3-8) et delineandum curavit cl. Wight *Pachystemonis* florem quemdam 2-andrum (*Icon.*, 1949). Affine igitur genus hinc Anthostemideis, inde Mappideis conjungendum; quod et vanas, ut semper, nostras divisiones demonstrat.

SP. PACHYSTEMON TRILOBUS *Bl.* Bijdr., p. 626 (Herb. Lugd. Batav., 1836). = *P. trilobium* Wight, Icon., VI, 1949, fig. 5. — Id. fid. Mor. Cat., p. 18. (Coll. Zoll., n. 685). — Id. (fid. Gaudich. Coll. Bonite, 1836-1837, n. 109). — Id. Hassk. Cat. Hort. Bog., p. 233. — Id. H. Bn., loc. cit., et ad illust. spec., tab. XX, fig. 38-41.

QUELQUES OBSERVATIONS

DE

MORPHOLOGIE VÉGÉTALE,

Par M. le Dr J. M. NORMAN,
Bot. docens à l'Univ. de Christiania.

Quelques observations sur les Chloranthies.

MM. Duchartre, Guillard, Payer, Schacht et Schleinden ont, par leurs travaux sur l'organogénie de la fleur, donné un vif intérêt à la science qu'ils ont fondée. Ces travaux importants ont déjà prouvé que l'organogénie formera toujours un des fondements indispensables de la morphologie. Mais les mêmes recherches nous apprennent aussi que l'organogénie et l'organographie comparée ne peuvent nullement se passer des éclaircissements que la tératologie peut offrir. Les problèmes que les premières sciences sont incapables de résoudre, peuvent parfois l'être d'une manière assez évidente par la tératologie. On est d'accord qu'une des plus importantes tâches de la morphologie est de pouvoir reconnaître dans les organes de la fleur celles des parties des organes fondamentaux de la plante qu'ils représentent. Or on trouvera difficilement une réponse à ces questions plus directe et plus facile à saisir, que dans l'explication que nous offre la nature même, quand elle nous permet de suivre pas à pas, dans les chloranthies, la transformation des organes floraux en organes fondamentaux.

Ces deux branches d'étude, l'organogénie et la tératologie, sont si éloignées de se rendre réciproquement inutiles, qu'au contraire l'une donne à l'autre une plus grande valeur, les faits constatés de l'une servant à suppléer et contrôler ceux de l'autre.

Ce n'est que quand l'étude comparative du même organe, à

travers de grandes séries de plantes voisines, a trouvé des points d'appui fixes par les résultats tirés de l'organogénie et de la tératologie réunies, et qui réciproquement se confirment et s'éclaircissent, que l'on peut s'attendre à ce que la morphologie réussira, peut-être, à résoudre quelques-uns des nombreux problèmes qui lui sont dévolus.

Mais les chloranthies régulières ou les métamorphoses dans lesquelles la conversion en feuilles s'est faite sans dérangement dans la position et le nombre des organes floraux, étant une exception, même une rare exception, elles méritent toujours d'être observées et confirmées de nouveau puisque c'est par l'exception même que nous pouvons arriver à la notion générale.

Quoique les cas de chloranthie partielles que nous nous permettons de signaler soient pour la plupart déjà connus du public botanique, nous croyons devoir néanmoins les rappeler ici, et ce avec d'autant plus de raison que les résultats certains auxquels elles conduisent ne paraissent pas avoir été reconnus de tous.

A. Chelidonium majus.

A l'exception des étamines, tous les organes appendiculaires de la fleur sont convertis en feuilles vertes ressemblant assez pour la forme et parfaitement pour la structure aux feuilles ordinaires, mais dont la position relative est exactement celle des parties de la fleur normale.

Les sépales et pétales métamorphosés ne diffèrent pas beaucoup, Les uns et les autres se composent d'un pétiole dépourvu de base vaginale surmonté d'un limbe plan arrondi, à bord ondulé, et ils ont à peu près l'aspect d'une feuille caulinaire dont on négligerait le contour et la nervation. L'unique différence entre les sépales et les pétales chloranthés est que les premiers ont un limbe plus grand et un pétiole plus court que les derniers dont le pétiole est égal au double ou au triple du limbe.

En observant les diverses formes intermédiares entre les sépales et les pétales entièrement foliacés et les mêmes à l'état normal, on se convaincra facilement que le pétiole est une partie qui ne prend sa naissance que pendant la conversion foliacée. A l'état

normal les sépales et les pétales se composent donc du limbe d'une feuille dont le pétiole ou n'est pas développé ou reste très court. Les étamines sont atrophiées, y comprises les anthères, lesquelles sont dépourvues de pollen et prennent souvent une teinte brunâtre.

Même dans un degré peu avancé de la métamorphose, le pistil se distingue par sa grandeur démesurée. L'ovaire est fortement renflé, à parois foliacées et il se contracte à la base en un support tubuleux. Le style est partagé de haut en bas en deux parties linéaires. Dans un état plus avancé de la métamorphose, le support de l'ovaire s'allonge sensiblement, tandis que la fente qui séparait les deux parties du style descend de plus en plus jusque dans l'ovaire même, en s'avançant au milieu des deux grosses nervures qui constituent en grande partie les placentas. De cette manière, l'ovaire se divise en deux lobes, un à droite et un à gauche, et chacun d'eux prend sous tous les rapports l'aspect de la partie supérieure d'une feuille. En coupant, suivant la longueur, un ovaire dont la partie supérieure s'est partagée pour former les sommets des deux feuilles, tandis qu'il est encore fermé dans le bas, et en examinant sa face intérieure, on remarquera que chacune des deux nervures placentaires se divise, un peu au-dessous de l'extrémité inférieure de la fente et en formant un angle aigu, en deux ramifications plus grêles qui montent de chaque côté de la fente, non sur le bord même de celui-ci, mais à une petite distance. Du placenta ainsi ramifié il s'est non-seulement formé des deux côtés une nervure plus faible, mais aussi une bandelette de parenchyme foliaire qui se continue en dehors de ces nervures et limite immédiatement la fente pour former le bord libre de la feuille carpellaire séparée. Au-dessous de la bifurcation, c'est-à-dire dans la partie inférieure et fermée de l'ovaire, chacune des deux nervures placentaires est munie des deux côtés d'ovules alternes peu développés. Ces derniers ne se développent jamais en feuilles, et ils disparaissent à partir de l'endroit où l'ovaire se bifurque. Par suite de cette séparation, l'ovaire finit par se composer de deux feuilles un peu fléchies en dehors; les ramifications des nervures qui naissent des placentas divisés forment une simple continuation du réseau vasculaire des feuilles.

Celles-ci se terminent au sommet en une petite pointe qui eût été le style de l'ovaire normal, en bas elles restent encore unies par leurs pétioles de manière à former un tube. Ce tube renferme un bourgeon terminal qui sort de son fond, par conséquent du sommet de l'axe floral. Il arrive souvent que le bourgeon se développe si fortement que le tube se dilate pour devenir ventru; il arrive même qu'une partie de sa paroi se rompt par une ouverture irrégulière. Dans une métamorphose encore plus avancée, les pièces des verticilles floraux ne conservent plus leur position normale; c'est alors que le gynécée se sépare complétement, jusqu'à la base de son support, en deux feuilles pétiolées entre lesquelles l'axe floral se continue comme une pousse à feuilles rapprochées.

Cette métamorphose démontre d'une manière évidente que la capsule siliqueuse est, comme la silique, formée de deux feuilles opposées, une à droite et une à gauche de la fleur. Les bords unis de ces feuilles augmentent un peu en épaisseur et forment ensemble les deux placentas, un antérieur et un postérieur. Une semblable luxuriance des bords de feuilles soudées, non-seulement dans le gynécée mais même fréquemment dans le calice et la corolle, n'est pas, comme on sait, un phénomène morphologique rare. Quant à la corolle, cette luxuriance se présente de la manière la plus saillante dans les Synantherées où, comme on se le rappelle, la nervure moyenne de chaque pétale soudé manque souvent complétement, toute la production de nervures se restreignant aux latérales qui se fondent deux à deux dans le tube de la corolle en un faisceau unique de vaisseaux spiraux commun à deux pétales. Il paraît tout naturel que là où deux bords de feuilles s'unissent, que cette union soit primitive ou secondaire, il en résulte une luxuriance par une sorte de développement doublé. Cette luxuriance peut résulter dans l'axe transersal des parties, tantôt d'une augmentation de l'épaisseur des parois, tantôt d'un plus fort faisceau vasculaire; ou bien, dans la direction de l'axe longitudinal, par la formation d'un lobe intermédiaire spécial sortant du sinus entre les extrémités libres des deux organes. C'est cette dernière espèce de luxuriance commissurale qui se manifeste dans la corolle de plusieurs *Gentiana*, et d'une manière toute particulière dans la

formation du stigmate dans les Crucifères et de plusieurs Papavéracées.

Dans le *Chelidonium*, le stigmate se compose des sommets des feuilles en forme de deux lobes latéraux dressés et arrondis. Dans le *Glaucium* on remarque, outre les deux lobes latéraux, un faible indice d'un lobe antérieur et d'un lobe postérieur étalés et placés chacun justement au-dessus du placenta respectif. Dans *Eschscholtzia*, les luxuriances commissurales revêtent le caractère de stigmates distincts du même aspect que les stigmates valvaires. Dans *Papaver*, *Argemone* et *Stylophorum*, les sommets primitivement libres des feuilles carpellaires s'inclinent et s'unissent par une cohérence légère et partielle pour former le stigmate discoïde, rayonné et lobé. Tout rayon est un sinus de deux sommets contigus, tout lobe une luxuriance commissurale sortant du fond du sinus à l'endroit où commence la soudure congénitale des parties inférieures des carpelles. La formation du stigmate particulière à *Eschscholtzia* fait un pas de plus dans les Crucifères ; les lobes du stigmate résultant de la luxuriance commissurale se développent seuls et aux dépens des sommets des feuilles, lesquels restent ainsi comme les points les plus bas du stigmate et forment les sinus entre les lobes, lors, du moins, que ces lobes existent.

B. Anchusa ochroleuca.

Les parties des verticilles floraux sont à l'état normal, quant au nombre et à la position, mais toutes, à l'exception des étamines atrophiées et stériles, offrent une texture entièrement foliacée ; elles sont vertes, velues et richement pourvues de stomates.

Le calice converti se compose de cinq sépales linéaires-lancéolés, parfois complétement séparés ; le calice est ainsi devenu dialyphylle.

La corolle demeure gamophylle, mais elle est devenue tubuleuse avec des lobes courts et dressés, sans appendices intérieurs, verte, velue sur les deux faces et d'une texture parfaitement foliacée.

Dans la transformation du gynécée, on peut distinguer quatre degrés différents.

Dans le premier, l'ovaire forme un sac capsulaire renflé, allongé, un peu contracté à la base et à peu près de la même longueur que la corolle. Cette capsule est divisée dans sa longueur par quatre sillons profonds qui aboutissent au sommet où quatre lobes dressés et demi-cylindriques les séparent. De l'enfoncement formé par ces quatre lobes et du sommet de la capsule naît le style, qui est cylindrique et velu. Les sillons dont il vient d'être question proviennent de quatre angles rentrants que forment les parois de la capsule (un antérieur, un postérieur et deux latéraux), de manière à diviser sa cavité, velue comme l'extérieur, en quatre loges incomplètes, les angles rentrants laissant au centre de la capsule un vide étroit de forme oblongue-linéaire. Du fond de chaque loge apparaît un ovule atrophié pourvu de quelques poils rares et porté sur un funicule assez long.

Dans la seconde phase de la métamorphose, la capsule est portée sur un court entre-nœud. De ces quatre angles rentrants, l'antérieur et le postérieur, les mêmes qui d'après les observations organogéniques naissent les derniers, et qui, par conséquent, doivent disparaître les premiers pendant la transformation, ont tout à fait disparu : ce qui était creux est devenu plan, et la capsule se montre un peu comprimée avec une face antérieure et une postérieure munie d'une nervure moyenne longitudinale, de laquelle on apercevait déjà dans la première phase un rudiment au fond des sillons correspondants. Les deux sillons latéraux existent encore, mais ils sont moins profonds que précédemment et ne divisent que fort incomplétement la cavité de la capsule en deux loges, une antérieure et une postérieure. Le style, devenu beaucoup plus court et de forme cylindrique, à base un peu aplatie et élargie, se montre entre les extrémités peu saillantes des deux lobes de l'ovaire et continue presque immédiatement l'extrémité de ceux-ci. Les ovules sont encore au nombre de deux dans chaque loge. Ils semblent partir du fond très étroit de la capsule et des deux côtés de la nervure moyenne ; ils sont si près de la paroi, que celle-ci et la base du funicule se touchent tout à fait.

Dans la troisième période, la capsule est portée par un long entre-nœud, et ses angles rentrants latéraux eux-mêmes sont maintenant

complétement effacés. Elle a presque l'aspect d'une silicule lancéolée, et elle est si fortement comprimée, que ses parois antérieure et postérieure, dont les nervures moyennes sont assez saillantes, se touchent à peu près par leurs faces intérieures. La capsule se contracte au sommet en une pointe courte dont l'extrémité est encore un peu cylindrique; cette pointe est tout ce qui reste du style. La paroi de la capsule, amincie à ses deux bords latéraux, se sépare facilement en deux feuilles à l'aide d'une légère traction. Les ovules ont disparu. Un bourgeon terminal commence à se développer au fond de la capsule.

Dans la quatrième et dernière phase, le gynécée s'est séparé en deux feuilles opposées, lancéolées, l'une antérieure et l'autre postérieure, partant du sommet d'un entre-nœud maintenant très allongé et dépassant quelquefois de beaucoup la corolle foliacée persistante. Les deux feuilles qui ont tout à fait l'aspect de feuilles ordinaires, mais dont le sommet un peu acuminé indique le style, renferment entre elles un petit bourgeon terminal.

Cette transformation, qui paraît avoir beaucoup de rapport avec celle observée par M. J. Gay sur le *Stachys sylvatica* et avec celle d'un *Gomphia* dont parle Aug. de Saint-Hilaire, donne, par une série infinie de formes intermédiaires, une explication facile de la structure du gynécée dans les Borraginacées.

Selon M. Payer, le gynécée du *Borrago officinalis* « se compose à l'origine de deux bourrelets semi-lunaires qui tendent à se toucher par leurs extrémités », et qui, « en grandissant, deviennent connés et circonscrivent une cavité ».

D'après les recherches de M. Schacht, le gynécée de l'*Anchusa* se montre d'abord comme un bourrelet circulaire dans lequel on ne peut pas distinguer de parties constituantes et qui se transforme bientôt en un organe creux continu. L'organogénie ne fournit donc pas le moyen de décider avec certitude si ici le gynécée est formé par des organes appendiculaires ou par un axe creusé.

La dernière opinion paraît la plus probable; une étude comparative de l'organe en question dans les diverses familles des Nuculifères et dans les familles gamopétales voisines (Scrophularinées, etc.) a, depuis longtemps, démontré à la plupart des

botanistes que dans toutes ces familles l'ovaire est formé de deux feuilles opposées, une antérieure et une postérieure. Les transformations ci-dessus décrites donnent à cette opinion un nouveau degré de certitude.

Ces transformations prouvent encore que le gynécée est exclusivement composé de feuilles et spécialement de leurs limbes, à bords primitivement unis. L'extrémité des deux limbes, allongée d'une manière particulière, donne naissance au style. Chaque akène est une poche prolongée extérieurement par la moitié d'une feuille; l'orifice de la poche étant à peu près obstrué. Les parties des feuilles carpellaires qui se trouvent entre les akènes et entre ces derniers et le style se développent moins en face qu'en épaisseur. Elles se soudent au sommet de l'axe floral en forme de disque (Anchusées); elles prennent dans ce cas l'aspect d'un réceptacle et ont été décrites comme tel ou comme un gynobase; ou bien elles se soudent les unes aux autres de manière à former une pyramide dont la base se confond avec le vrai réceptacle et dont le sommet se continue immédiatement dans le style: c'est ce qu'on décrit comme columelle centrale stylifère et aussi comme gynobase (Gynoglossées).

Il nous a été impossible de déterminer avec certitude si les ovules de la capsule transformée émanent de l'axe floral et lui appartiennent, ou s'ils doivent être considérés comme appartenant à la paroi foliaire, de la même manière que les stipules axillaires de plusieurs plantes appartiennent à la feuille. Ainsi que nous l'avons déjà observé, ces ovules se trouvent précisément sur la limite de la feuille carpellaire et de ce qui doit être regardé comme l'axe floral. Mais sur ce point, que la tératologie ne peut pas expliquer, les observations organogéniques jettent une lumière pleine et entière en démontrant que les ovules naissent sur la base continue des deux placentas, c'est-à-dire sur les angles rentrants que présentent les soudures congénitales des deux feuilles carpellaires. La longueur assez considérable du funicule de l'ovule du gynécée transformé n'a rien d'extraordinaire lorsqu'on la compare à l'état normal. Si l'on prend, par exemple, un fruit de Cérinthe qui ne soit pas tout à fait mûr, on observera facilement à l'aide de quelques coupes transver-

sales que le funicule ne finit point à l'endroit où il paraît attaché à l'angle central de la loge, mais qu'il se continue en descendant par un long canal perpendiculaire qui perfore l'angle central jusqu'à sa base, pour pénétrer de là dans la couche foliaire du réceptacle, au centre de laquelle il se termine au voisinage de la partie caulinaire. Ce funicule est fort long et il n'est point difficile de le retirer intact du canal. Dans le *Cynoglossum*, il y a, comme on sait, un trou ou une fente qui perce l'ombilic de l'akène près de son bord, trou par lequel passe le funicule, ici moins long, pour pénétrer dans la base de la pyramide stylaire.

L'entre-nœud d'une longueur remarquable que la transformation fait naître entre la corolle avec ses étamines et le gynécée, mérite aussi quelque attention, parce qu'il se présente dans une famille assez rapprochée des Labiées, au moins à l'égard des parties dont il est ici question. Le développement frappant de cet entre-nœud appuie l'opinion de plusieurs botanistes, qui regardent la petite colonne qui, dans les Labiées, porte les akènes, comme un véritable entre-nœud fondu par le haut avec le gynobase foliaire.

Le fait d'un organe continu à son origine, et qui se transforme en feuilles distinctes, prouve du reste une chose commune à bien d'autres chloranthies, à savoir, qu'une union primitive ou congénitale d'organes collatéraux, qui par conséquent n'ont jamais été séparés dans des conditions de développement ordinaires, n'est pas une idée théorique, et encore moins une idée absurde, mais en réalité un fait dont la nature fournit elle-même une preuve directe, quoique exceptionnelle.

C. Lupinus sp.

Le calice n'a pas subi de changement notable, ses éléments foliaires ne montrent aucune tendance de séparation. Il est souvent crevé par la pression des organes qu'il renferme et qui sont développés d'une façon anormale.

Les pétales sont tous entièrement séparés, foliacés, verts, velus, se rétrécissant vers le bas en un pétiole plus ou moins large qui se forme de l'onglet et qui n'est pas une partie nouvelle résultant de la transformation. Les quatre pétales pairs, la carène et les ailes

sont fortement inéquilatéraux, ayant la nervure moyenne contiguë à leur bord antérieur (1) rectiligne; la moitié postérieure du limbe étant seule bien développée.

Quand la transformation a atteint son dernier degré, les étamines sont libres et séparées jusqu'à la base. Elles sont toujours stériles et, à l'état adulte de la fleur transformée, fanées dans toute leur étendue, ou bien leur partie inférieure, vivante, figure une sorte de columelle cylindrique de même longueur dans toutes les étamines du même verticille et surmontée par le filet fané et atrophié Ces columelles basilaires sont distinctement rangées en deux verticilles dont l'un est sensiblement extérieur relativement à l'autre. Elles forment ensemble une enceinte régulière, semblable à une petite palissade. Il est plus rare que l'étamine entière soit vivante et convertie en une espèce de staminode linéaire aplati, un peu charnu dont l'extrémité supérieure, qui représente l'anthère, est faiblement jaunâtre, tandis que le reste du staminode est d'un rose pâle.

A un degré peu avancé de la transformation, le pistil s'allonge déjà beaucoup et dépasse la fleur. Terminé par un style à peu près normal, mais souvent desséché, l'ovaire s'atténue vers le bas en un pétiole linéaire, étroit, faiblement indiqué à l'état ordinaire. Les ovules n'ont presque rien d'anormal. Dans une transformation plus avancée, l'ovaire devient plus volumineux, renflé, à parois boursouflées. Le style se raccourcit et se réduit souvent à un simple petit cône, tandis que le pétiole, le long duquel se présente un faible sillon, va s'allongeant de plus en plus. Sur la partie inférieure du pétiole les stipules, qui se distinguent par une couleur rougeâtre, se présentent comme des rebords membraneux sur les deux côtés du sillon. Les ovules se montrent en petit nombre, mais très grands à l'intérieur de l'ovaire; ils sont ou coniques et

(1) Dans cette dissertation, la position des parties de la fleur a toujours été décrite comme si le pédoncule, l'axe floral et le pistil formaient une ligne perpendiculaire droite, sans égard aux courbures et torsions secondaires de ces parties. Quand il est question d'une fleur axillaire, même de celle d'une Légumineuse, *antérieur* veut dire, posé du côté de la bractée; et *postérieur*, placé du côté diamétralement opposé.

insensiblement effilés, ou ellipsoïdes et obtus, ou bien de formes différentes et souvent inéquilatéraux. Ils se composent d'une enveloppe verte et foliacée que parcourt une nervure dorsale procédant d'un court funicule. L'enveloppe présente une fente ventrale de la base au sommet, lequel est souvent garni de quelques poils très courts. L'ovule a par conséquent l'aspect d'un segment de feuille roulé d'un bord vers l'autre. A une transformation encore plus avancée, l'ovaire s'ouvre par sa suture ventrale et toujours de bas en haut, de sorte que l'on rencontre fréquemment la partie inférieure seulement de la suture ouverte semblable à une fente à travers laquelle saillent les ovules alors ouverts, aplatis et foliacés.

Quand la transformation est complète, l'ovaire est converti en un limbe foliaire, vert, lancéolé ou obové, qui montre encore parfois, à son sommet, une trace du style sous la forme d'une petite pointe rudimentaire à peine visible. Le limbe est porté sur un pétiole linéaire, souvent plus long que lui, et pourvu à la base d'une partie stipulo-vaginale distincte. Généralement le bord du limbe est parfaitement entier, et les ovules ont complétement disparu, mais parfois la feuille devient hastée, les deux ovules inférieurs formant des lobes basilaires foliacés.

D. Trifolium pratense.

Il paraîtrait de prime abord inutile de s'occuper de nouveau des métamorphoses foliacées de la fleur du *Trifolium pratense*, si la nature foliaire de la gousse n'avait pas été contestée jusque dans ces derniers temps par des savants d'une grande autorité.

Dans ces transformations telles qu'elles se rencontrent fréquemment aux environs de Christiania, le calice reste toujours gamophylle. Mais dans quelques fleurs, on voit la division antérieure et impaire du calice se dilater en un limbe étroitement lancéolé et penninerve et se confondre en un support très court qui ne laisse voir que très rarement une faible articulation au-dessus de sa base un peu élargie, dont les bords se perdent insensiblement dans les sinus voisins. Ces derniers, comme tous les autres sinus, sont plus larges qu'à l'état normal. De leur fond naît un denticule membraneux ou deux denticules soudés entre eux et offrant quelque ressemblance

avec la pointe d'une stipule de la même plante. Précisément au-dessous de chacun de ces denticules finit une des nervures qui aboutissent aux sinus du calice. Si le denticule s'est partagé en deux, la nervure correspondante s'est également dédoublée en deux nervures parallèles séparées l'une de l'autre par un court intervalle. En considérant cette formation du calice, on ne peut mettre en doute que le tube ne soit formé par une union primitive des parties stipulo-vaginales de cinq feuilles, et que le fond de chaque sinus n'indique les pointes confondues des stipules de deux feuilles contiguës. Les nervures commissurales proviennent d'une fusion des nervures de deux stipules. Chaque division du calice représente donc le limbe d'une feuille et toute la partie de son pétiole qui se trouve au-dessus de la partie stipulo-vaginale.

Les pétales sont tous convertis en feuilles vertes, lancéolées, longuement pétiolées. Dans l'étendard, le pétiole est, à la base, dilaté des deux côtés en une stipule terminée en pointe, mais dans les ailes et les feuilles de la carène l'asymétrie ne se manifeste pas dans la même région que dans les pétales de même ordre du *Lupinus*, c'est-à-dire pas dans le limbe, mais dans la partie stipulo-vaginale qui n'est développée que du côté postérieur, la stipule manquant totalement de l'autre côté. Ces parties stipulo-vaginales, en se soudant par le bas, adhèrent un peu aux étamines.

Les étamines sont stériles, à anthère atrophiée, séparées les unes des autres presque jusqu'à la base et pourvues d'une partie stipulo-vaginale développée des deux côtés, mais arrondie et non pointue comme celle des pétales. En suivant cette transformation au travers de nombreux exemples, on reconnaîtra que le tube des étamines est, comme celui du calice, composé des parties stipulo-vaginales des feuilles constituantes.

Le pistil se transforme, en passant par les mêmes phases que celui de *Lupinus*, en une feuille qui ne se distingue de celle du dernier que par un pétiole plus court et par une partie stipulo-vaginale plus fortement développée. L'un et l'autre exemple prouvent la vérité de ce fait depuis longtemps établi, mais qui a été contesté plus tard, que la gousse est une feuille dont les bords se sont unis secondairement. L'ovaire est formé par le limbe, et le style par le som-

met du limbe allongé d'une manière toute spéciale pour l'organisation carpellaire. Dans toutes les Légumineuses, la gousse est rétrécie à sa base, et il n'est pas rare que cette partie rétrécie s'allonge en un gynophore distinct, comme on le trouve aussi dans quelques espèce de *Trifolium*, gynophore qui n'est autre qu'un vrai pétiole.

Un gynophore peut dont être d'une nature double, c'est-à-dire ou foliaire, formé soit par un pétiole unique (les Légumineuses, les Renonculacées, etc.), soit par plusieurs pétioles unis (les Crucifères), ou caulinaire, constituant un entre-nœud duquel les feuilles carpellaires prennent naissance (les Labiées).

Il est assez remarquable que même dans la fleur d'un *Trifolium*, dans les verticilles extérieurs de laquelle le pétiole et la partie stipulo-vaginale de la feuille jouent un rôle important, c'est le limbe seul de la feuille qui forme l'ovaire et le style. Dans toutes les transformations où l'ovaire s'est partagé en feuilles, nous l'avons toujours trouvé exclusivement formé du limbe de la feuille et jamais de la partie vaginale. Cependant nos observations sur ce point sont trop peu nombreuses pour que nous osions affirmer que les ovaires supères et foliaires sont toujours formés par des limbes.

E. Aquilegia vulgaris.

Tous les organes appendiculaires de la fleur, excepté seulement les étamines, sont convertis en feuilles vertes.

Les feuilles des enveloppes florales sont parfaitement planes, ovées, à bord entier et ont un très court pétiole.

Les pistils sont sujets à des métamorphoses pareilles à celles que nous avons signalées dans le pistil d'un *Lupinus*. Un long support linéaire porte l'ovaire agrandi et renflé, dont la paroi foliacée est un peu boursouflée. La face dorsale de l'ovaire est assez plane avec une nervure médiane à peine visible, tandis que les nervures marginales placentaires sont fortement développées et proéminentes des deux côtés du sillon de la suture ventrale. Enfin l'ovaire s'ouvre dans la suture, et s'épanouit en présentant un limbe de forme lancéolée et naviculaire avec les bords fléchis en

dedans et garnis de nervures placentaires. Ces dernières s'unissent par le haut dans la pointe cylindrique qui représente le style, et par le bas elles descendent sur le pétiole de la feuille carpellaire, ce qui rend le pétiole légèrement canaliculé. Les ovules plus ou moins convertis en feuille sont très grands, fléchis en dedans vers la face concave du limbe, et disposés des deux côtés en une rangée régulièrement imbriquée. Dans un état plus avancé de la métamorphose, le limbe de la feuille carpellaire s'aplanit de plus en plus, la nervure moyenne augmente en épaisseur dans la même proportion que les nervures placentaires diminuent, non-seulement en épaisseur, mais aussi en longueur; leur partie supérieure disparaissant de plus en plus, elles finissent par avoir tout à fait l'aspect des ramifications inférieures de la nervure moyenne. Mais en même temps les ovules se transforment totalement en lobes foliacés qui demeurent séparés ou s'unissent en formant une continuation de la feuille en dehors des nervures placentaires qui, par conséquent, n'occupent plus le bord même de la feuille. De même que l'ovaire converti s'ouvre de bas en haut et prend ainsi le caractère de feuille dans sa partie inférieure avant de le prendre dans sa partie supérieure, la conversion des ovules procède également de la base au sommet de l'ovaire. La métamorphose de l'ovaire est donc toujours basifuge.

A un degré moins avancé de la métamorphose, l'ovule forme un sac dont la face dorsale est légèrement plane et munie d'une faible nervure médiane un peu saillante (raphé). Inférieurement, la paroi du sac se continue en un support (le funicule) court, plan et foliacé, qui s'élargit vers la base où il se joint aux supports des ovules voisins. La face ventrale plus bombée du sac est près de la base, percée d'un trou (microphyle) au travers duquel on aperçoit dans l'intérieur de la cavité un corps blanchâtre (le nucelle) qui se détache de la face intérieure de la paroi dorsale. Le trou s'élargit de plus en plus sur toute la paroi ventrale, qui disparaît ainsi et ne forme plus qu'un cadre verdâtre faiblement élevé autour de la proéminence blanchâtre. Cette dernière est rétrécie à une petite distance de son extrémité supérieure, de sorte que le sommet forme une verrue distincte. La paroi dorsale de l'ovule reste comme une

simple prolongation du support foliacé. Plus tard l'ovule se transforme tout à fait en un lobe foliacé, souvent échancré au sommet et portant la verrue très petite et blanchâtre dans l'échancrure; ou bien l'extrémité du lobe est arrondie, et alors la verrue est placée sur la face supérieure, à une assez grande distance du bord.

Si l'on veut, dans ce cas, comparer l'ovule avec un lobe de la feuille, on doit considérer la face intérieure de l'enveloppe comme une continuation de la face supérieure de la feuille et la face extérieure comme une continuation de la face inférieure. Le nucelle pourrait être comparé au mamelon glanduleux qui termine généralement les crénelures ou les dents en scie des feuilles. Ce mamelon sort fréquemment autant de la face supérieure de la crénelure que du bord de son sommet, de la même manière que le nucelle sort de la face supérieure du lobe foliacé provenant de l'enveloppe ovulaire. Nous croyons cependant qu'une pareille comparaison manque d'exactitude, l'ovule étant une formation tellement particulière, qu'il ne saurait être comparé avec les organes fondamentaux de la plante ou avec quelques-unes de leurs parties spéciales aussi directement que peuvent l'être les autres organes de la fleur. Une comparaison qui ne serait valable que pour quelques transformations foliacées spéciales n'aurait du reste pas beaucoup d'intérêt. Considérer toutes ces crénelures ou dents qui forment si souvent le bord de la feuille comme une espèce de précurseur des ovules des feuilles carpellaires, nous semble ainsi moins justifié et moins conciliable avec les différents rapports de position des ovules que de considérer l'effilement, beaucoup moins fréquent cependant, de l'extrémité supérieure de la feuille comme une tendance anticipée au développement qui se manifeste plus tard d'une manière saillante dans la formation du style.

Le développement extrême du support de l'ovaire est analogue à la formation normale des pédicelles carpellaires très allongés qu'on rencontre dans quelques Renonculacées (*Thalictrum aquilegifolium*, etc.) et dans quelques autres familles polycarpiques.

CONCLUSIONS.

Les genres *Lotus*, *Dorycnium* et *Bonjeania* n'ont pas les feuilles ternées avec stipules libres en forme de folioles, mais leurs feuilles sont imparipennées, à deux paires de folioles dont l'inférieure cache des stipules glanduliformes très petites.

Dans la plupart des tribus des Épilobiacées, les feuilles sont pourvues de stipules latérales qui tantôt sont continues, tantôt un peu moniliformes, c'est-à-dire divisées en article. Dans les Épilobiées privées de stipules, l'extrémité supérieure de la feuille est souvent munie d'un petit appendice papilleux qui se dessèche avant l'épanouissement complet de la feuille.

Les feuilles des Lythrariées sont accompagnées de stipules dont chacune se décompose en une série de deux à cinq glandes axillaires.

Une union primitive entre la base d'une feuille et l'axe le plus voisin a lieu à l'état normal de développement, dans l'inflorescence de plusieurs plantes où ce fait est aussi démontrable que le permet sa nature.

Les chloranthies prouvent qu'un organe creux qui naît parfaitement continu peut être composé d'un verticille de feuilles. Une union primitive (soudure congénitale), même complète, de feuilles qui n'ont jamais été séparées, est par conséquent un fait susceptible d'être démontré.

La capsule siliqueuse (dans le *Chelidonium*) est comme la silique, composée des limbes de deux feuilles opposées qui, à l'exception de leurs extrémités supérieures, sont primitivement unies par leurs bords. Les placentas sont une luxuriance commissurale de ces bords unis. Le disque de chaque limbe se sépare de son bord persistant par une solution de continuité, de manière à former une valve.

Les chloranthies nous apprennent que dans les Légumineuses, les Rosacées et les Renonculacées, l'ovaire est formé par le limbe d'une feuille unique dont les bords ovulifères sont secondaire-

ment unis. Le style est l'extrémité supérieure du limbe allongée et amincie.

Les transformations foliacées démontrent que le gynécée des Borraginacées et des Labiées n'est composé que des limbes de deux feuilles opposées, une antérieure et une postérieure, dont les bords se sont unis dès l'origine. L'enveloppe d'un akène est formée de chaque moitié de ces deux feuilles. Les parties supérieures des feuilles unies et les parties placées entre les quatre poches ovariennes composent le style et le gynobase (réceptacle apparent).

RECHERCHES

SUR LA

RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS INORGANIQUES

DANS LES PRINCIPALES FAMILLES DU RÈGNE VÉGÉTAL (1),

Par MM. MALAGUTI et DUROCHER,
Professeurs à la Faculté des sciences de Rennes.

Depuis que Théodore de Saussure a attiré l'attention des savants sur l'importance des principes minéraux contenus dans les plantes, les analyses des cendres de végétaux sont devenues tellement nombreuses, que la rédaction de leur inventaire serait déjà un travail de longue haleine. M. Knop a entrepris, il y a plus de dix ans, une pareille tâche (2). Si l'on voulait aujourd'hui la compléter, on verrait que les analyses publiées dans cette dernière période ne sont pas moins nombreuses que celles des quarante années précédentes.

Cependant, si l'on cherche les lois qui doivent découler de tant de travaux, on est étonné de n'en trouver que de douteuses ; mais la surprise cesse bientôt, quand on considère que chaque expérimentateur, s'étant proposé un but spécial, n'a tenu compte que des circonstances qui devaient l'aider à y parvenir. En outre, la majeure partie des cendres que l'on a examinées provenant de plantes soumises à la culture, les résultats des analyses se prêtent difficilement à une discussion générale.

(1) Le mémoire que nous reproduisons a été lu à l'Institut et publié par extrait dans les *Comptes rendus* depuis 1856. Les *Annales de chimie et de physique*, qui viennent de le publier en entier, l'ont accompagné de tableaux très détaillés des analyses chimiques sur lesquelles s'appuie le travail de MM. Malaguti et Durocher.

(2) *Journal für praktische Chemie*, t. XXXVIII, p. 14.

C'est ainsi que Théodore de Saussure a entrepris son grand travail sur les cendres des plantes, dans le seul but de découvrir *pourquoi les végétaux de même poids varient, suivant leur espèce, dans la quantité de cendres qu'ils peuvent produire.* Sur les soixante-treize analyses exécutées par ce savant, trente-cinq se rapportent à des arbres, dix à des plantes sauvages et vingt-neuf à des plantes cultivées (1).

M. Berthier a doté la science, à deux reprises différentes, de cent cinquante-trois analyses de cendres, dont quarante-neuf se rapportent à des arbres, le reste à des plantes cultivées. La première série a été entreprise pour compléter le quatrième chapitre du *Traité des essais par la voie sèche;* la seconde série a été exécutée dans l'intérêt de la physiologie et de l'agriculture (2).

M. Boussingault (3) et M. Daubeny (4) ont fait à leur tour de nombreuses analyses, mais constamment sur des cendres provenant de plantes cultivées, et pour en tirer des conséquences purement agricoles.

Si de ces travaux exécutés sur une large échelle nous passons à d'autres moins importants, nous trouvons que presque tous ont eu pour objet des plantes cultivées, ou bien des plantes sauvages dont le développement n'avait pas eu lieu sur des sols incultes.

C'est seulement par exception qu'on en trouve dont on pourrait tirer parti dans une discussion concernant la végétation naturelle ; mais ils n'ont rapport qu'à un très petit nombre d'espèces isolées. Aussi nous ne chercherons pas à discuter, nous ne citerons même pas tous ces travaux, quel que puisse être leur mérite, car le nombre en est fort grand, et nous n'espérerions pas retirer de cet examen des avantages importants pour le but que nous nous sommes proposé.

Ainsi, les nombreuses analyses dont la science est en possession n'embrassant pas les grandes divisions botaniques, les conséquences qu'on a pu en déduire offrent de l'intérêt sous divers rap-

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 272.

oires de la Société impériale et centrale d'agriculture, année 1854.

(3) *Economie rurale.*

(4) *Athenæum*, n° 962; *Actes de la Société chimique de Londres* pour 1852.

ports ; mais elles ne font point connaître la distribution respective des principes minéraux dans les groupes naturels du règne végétal, et par suite elles n'offrent point les caractères de généralité qui, au point de vue de la philosophie naturelle, peuvent donner un haut intérêt à ce genre de recherches. Toutefois plusieurs des résultats acquis ont une importance incontestable : ainsi il est démontré que le dépôt des substances minérales dans le tissu des plantes n'est point un phénomène dépendant exclusivement des lois de la nature inorganique, mais qu'il est lié à des conditions physiologiques. Sans doute, les racines des plantes aspirent, sans distinctions bien marquées, les substances diverses que tient en dissolution l'eau dont est imprégné le sol ; mais c'est par un travail intestin que s'effectuent le triage et le dépôt des divers éléments, pendant le parcours de la séve, à mesure qu'elle subit une élaboration de plus en plus avancée.

Il y a, il est vrai, de fréquentes irrégularités se rattachant à des causes diverses, notamment à l'inégale composition des sols qui servent de support et de magasin d'approvisionnement pour les plantes ; néanmoins chaque type végétal doit offrir, dans l'organisation de son tissu, un ensemble de principes minéraux, dont les rapports sont susceptibles de varier dans de certaines limites, mais tendent à se rapprocher d'une composition normale, c'est-à-dire telle, qu'elle convienne le mieux à son développement, et qu'elle représente la moyenne des compositions des individus semblables qui se sont produits dans les circonstances ordinaires. Or nous avons pensé que les plantes appartenant à la même famille et se rapprochant les unes des autres, non-seulement par les caractères de leurs organes essentiels, mais aussi par la conformation générale de leur tissu, doivent offrir dans l'ensemble de leurs principes inorganiques certaines analogies, quand on les compare entre elles, et certaines particularités, quand on les met en parallèle avec d'autres familles. Déjà on sait que certains groupes, comme les Graminées et les Équisétacées, sont très riches en silice, qu'il y a une plus ou moins grande abondance de soufre dans les Crucifères, etc.

Nous nous sommes demandé si, entre les différentes familles, il

n'existe pas des relations de ce genre, comme il y en a dans la structure des divers organes : évidemment la solution d'un problème aussi vaste et aussi ardu exigerait bien des années de labeur ; aussi, pour ne pas entreprendre une tâche au-dessus de nos forces, nous nous sommes simplement proposé pour but d'exécuter un travail qui puisse servir de point de départ et de cadre à des recherches ultérieures. En procédant avec méthode et en opérant dans des conditions bien déterminées, nous avons tâché de découvrir quelques-uns des rapports naturels qui existent entre les principaux groupes du règne végétal. Il y a, sans doute, des rapports qui nous auront échappé ; d'autres qui se seront présentés à nous avec des caractères trop peu précis pour qu'il nous ait été possible d'en apprécier toute la portée. Néanmoins notre but aura été atteint, si nous sommes parvenus à jeter quelque jour sur cette branche de la physiologie végétale, et si nous avons facilité la voie à nos successeurs.

Pour arriver à des résultats susceptibles de quelque précision, nous avons eu à éviter certaines causes de perturbation. D'abord il est évident que, dans les familles qui renferment à la fois des plantes herbacées et des plantes arborescentes, il ne faut pas chercher à comparer ces deux sortes entre elles sous le rapport des principes minéraux ; car la formation du tissu ligneux exige le dépôt de divers corps inorganiques dans des proportions fort différentes de celles que l'on observe dans tous les végétaux herbacés. Les arbres ne doivent donc être comparés qu'entre eux, et, comme nous le verrons, il y a quelque intérêt à constater s'il n'y a pas des différences entre les plantes arborescentes de différentes familles.

D'ailleurs il est facile de comprendre que, pour saisir des rapports de composition propres à l'ensemble d'une famille, il faut expérimenter autant que possible sur des plantes qui ne soient pas cultivées ; car on sait quelles modifications la culture peut introduire dans la structure des végétaux, et combien est grande l'influence des engrais. Il y a cependant quelques cas où les circonstances nous ont déterminé à analyser les cendres de végétaux cultivés, soit à défaut de plantes sauvages, soit pour servir de termes de comparaison. Mais, en général, nous avons choisi des

plantes croissant spontanément en France, et nous avons pris de préférence celles qui sont le plus répandues dans le pays, et qui paraissent s'y trouver dans les conditions normales de leur végétation. De plus, les plantes dont on compare les principes minéraux doivent avoir végété sur le même sol, ou du moins sur des sols de compositions analogues : autrement les principes solubles qui sont entraînés dans le courant de la séve ascendante présenteraient de grandes variations. Quelle que soit la faculté d'élection d'un végétal, les éléments inorganiques les plus abondants tendront à remplacer ceux qui se trouvent en faible quantité ; des substances inertes ou indifférentes seront même entraînées mécaniquement par les particules minérales que la plante s'assimile. En outre, les éléments faisant partie de la séve, et ainsi interposés à l'état liquide dans les cavités du végétal, mais n'entrant point encore dans la composition de son tissu, viennent s'ajouter à ceux qui en font partie essentielle ; et de là résulte une cause particulière de complication.

Pour obtenir les résultats les plus précis, il aurait fallu, si c'eût été possible, recueillir toutes les plantes destinées à l'analyse sur le même terrain et dans un espace circonscrit : mais, comme nos recherches devaient s'étendre à plus de vingt-cinq familles et comprendre plus de cent espèces de plantes, il y avait évidemment impossibilité matérielle de les recueillir toutes dans un même champ ; on ne pouvait même pas espérer de les trouver en totalité sur une même formation. Cependant le sol de la Bretagne nous a offert des circonstances assez favorables à l'accomplissement de nos recherches : ce sol est presque entièrement composé de détritus qui ont une même provenance originaire, et qui seulement ont éprouvé des effets d'altération ou de remaniement. Ainsi ce sont des roches cristallines anciennes, à éléments quartzo-feldspathiques et micacés, qui ont fourni par leur désagrégation et leur décomposition plus ou moins avancée les éléments des roches de schiste, de grès, et aussi des dépôts tertiaires argilo-arénacés, qui, le plus souvent dans l'ouest de la France, proviennent de la dénudation de roches primitives ou de roches de transition quartzo-schisteuses. Aussi, peu importe qu'une plante ait crû sur l'une ou

l'autre de ces formations, il n'en résulte pas de changement bien marqué dans les proportions relatives des principes minéraux. Toutefois il nous a paru que, dans les plantes qui ont végété sur des formations de granite ou d'eurite, ou de grauwacke feldspathique, il existe ordinairement un peu plus de silice que si elles proviennent de sols tertiaires, argilo-sableux ; ce qui est facile à concevoir, car la plupart des argiles ne cèdent pas aussi facilement de la silice que les grains feldspathiques en voie de décomposition, tels que ceux contenus dans la partie superficielle des roches de granite, ou dans les schistes et les grauwackes.

Néanmoins cette cause de modification nous paraît être au-dessous d'autres influences, telles que celles provenant des stations assez variées des plantes, du mode de culture du sol, ou de son état inculte. Ainsi certains végétaux se rencontrent presque toujours au bord des champs, sur les talus, dans les fossés, tandis que d'autres se trouvent dans des prairies, et d'autres au milieu des moissons. Il est évident que le travail de l'homme, la présence des animaux divers, et surtout l'addition des engrais ou des amendements, modifient considérablement la composition de la couche végétale, et dénaturent pour ainsi dire les sucs que la terre fournirait à l'alimentation des plantes, si elle était à l'abri de cette influence. C'est à de telles causes que nous attribuons la majeure partie des irrégularités que nous ont offertes certaines compositions de cendres qui semblent s'écarter plus ou moins du type normal de la famille.

D'ailleurs, en cherchant les caractères de la composition des différentes familles, nous n'avons pas cru devoir expérimenter sur des plantes provenant de sols calcaires ; déjà il est peu aisé de parvenir à constater des rapports réguliers et uniformes, quand on examine des plantes recueillies sur des terrains argilo-sableux. Mais, dans l'autre cas, les difficultés seraient encore bien plus grandes ; car les sols calcaires constituent pour les racines des végétaux un milieu tout spécial, où la chaux est de beaucoup le principe prédominant : or chaque goutte de pluie qui pénètre dans le sol contenant de l'acide carbonique, et souvent aussi de l'acide nitrique, dissout de la chaux, et l'introduit dans le végétal, quand

elle est aspirée par les spongioles des radicelles. Plus tard, quand la séve est élaborée, la chaux doit avoir beaucoup de tendance à se déposer; car elle n'est maintenue en dissolution qu'à la faveur d'un excès d'acide carbonique, lequel est réduit sous l'influence de la lumière solaire. D'ailleurs, la chaux peut encore se déposer à l'état d'oxalate par suite d'une double décomposition; cet oxyde doit donc être la base principale des cendres des plantes qui ont végété sur un terrain calcaire. C'est en effet ce que l'analyse nous a démontré avoir lieu dans la plupart des cas; et l'influence chimique d'un sol calcaire peut se comparer à celle du milieu salin-sodifère où croissent les végétaux propres aux bords de la mer ou des lacs salés.

D'ailleurs, si l'on objectait qu'en choisissant des plantes qui ont végété sur des terrains très pauvres en parties calcaires, nous nous sommes placés dans des conditions anormales, nous répondrions que la rareté du carbonate de chaux dans le sol ne paraît pas être un obstacle à ce que les plantes s'assimilent la portion qui leur est nécessaire; car, des analyses contenues dans le tableau ci-après, il résulte que la quantité de chaux absorbée par des plantes recueillies sur des terrains non calcaires peut s'élever à trente et quelques centièmes du poids de la cendre dans des végétaux herbacés comme les Polygonées, quelquefois à plus de 60 pour 100, comme dans le *Sedum reflexum;* dans les végétaux arborescents, elle est ordinairement de plus de 50 pour 100; abstraction faite de l'acide carbonique, elle s'élève même parfois à plus de 70 pour 100, comme dans le *Malus communis*. Quoique l'on doive regarder comme des faits accidentels ces énormes teneurs en chaux, il n'en est pas moins remarquable de voir combien est puissante la faculté qu'ont les plantes d'extraire la chaux de terrains qui n'en fournissent à l'analyse que de faibles traces. Toutefois la rareté de la chaux dans le sol est une cause de ralentissement pour la végétation d'un grand nombre de plantes; et, même parmi celles qui renferment beaucoup de chaux, il en est pour qui cette circonstance est une cause d'extinction, car elle les empêche de se perpétuer, du moins à l'état sauvage.

Dans l'origine, nous nous étions proposé d'éclaircir par l'analyse la question de savoir si la nature calcaire du sol exerce une action chimique sur la végétation des plantes spontanées, et influe sur leur distribution à la surface d'une contrée. Dans cette intention, nous avons analysé comparativement un certain nombre de plantes appartenant soit à la même espèce, soit au même genre, et cueillies les unes sur un sol calcarifère, les autres sur un sol argilo-sableux. Des savants ont annoncé, il y a quelques années, ne pas avoir observé de différences notables dans la composition des cendres provenant de plantes qui avaient végété sur ces deux sortes de sols; mais, si l'influence chimique des terrains calcaires leur a paru peu sensible, cela tient probablement à ce que leurs recherches ont été trop restreintes, peut-être à ce qu'ils ont examiné seulement quelques plantes cultivées, et notamment des arbres qui renferment toujours une grande abondance de chaux, quelle que soit leur essence.

Pour ne conserver aucun doute sur l'influence chimique des sols calcaires, il suffit de jeter un coup d'œil sur notre tableau d'analyses ; on y voit comment les proportions de chaux s'élèvent en moyenne, abstraction faite de l'acide carbonique. En voici le résumé :

PLANTES CUEILLIES	SUR DES SOLS	
	calcaires.	non calcaires.
1° Dans les Crucifères (six analyses)	35,79	20,12
2° Dans les Légumineuses (six analyses) . . .	40,26	28,12
3° Dans les Dipsacées (cinq analyses).	38,65	20,63
3° Dans les Salicinées du genre *Populus* (cinq analyses)	68,87	51,16
Moyenne des proportions centésimales de chaux.	45,87	30,01

L'examen comparatif des plantes de la même espèce conduit à des résultats qui ne sont pas moins concluants; ainsi nous avons

trouvé les proportions suivantes de chaux dans les cendres des plantes ci-dessus :

PLANTES CUEILLIES	SUR DES SOLS calcaires.	SUR DES SOLS non calcaires.
Brassica oleracea	27,98	13,62
Brassica Napus	43,60	19,48
Trifolium pratense.	43,32	29,72
Trifolium incarnatum	36,18	26,68
Scabiosa arvensis	28,60	17,16
Allium Porrum	22,61	11,41
Dactylis glomerata.	6,24	4,62
Quercus pedunculata.	70,14	54,00
Moyenne des proportions centésimales de chaux.	34,83	22,09

On voit que les cendres de plantes de la même espèce renferment au moins moitié en sus et souvent deux fois plus de chaux, lorsque les végétaux dont elles proviennent ont crû sur des sols calcaires, que s'ils ont été cueillis sur des sols argileux ; et l'on peut observer d'ailleurs que les variations de richesse en chaux, suivant les familles, marchent parallèlement dans les deux séries. Le contraste de composition est encore plus marqué, si nous considérons des plantes propres aux terrains calcaires : nous citerons deux espèces, ***Reseda lutea*** et ***Scabiosa columbaria***, qui ne se montrent dans l'ouest de la France que sur les sols calcaires : or elles contiennent 41,21 et 48,71 de chaux, tandis que les deux espèces du même genre qui sont les plus répandues dans le même pays, mais sur des terrains non calcaires, savoir, ***Reseda luteola*** et ***Scabiosa succisa***, nous ont donné seulement 17,12 et 21,49 de chaux, c'est-à-dire environ les deux cinquièmes.

Toutefois il nous a semblé que, pour voir se manifester d'une manière bien saillante l'influence chimique du carbonate calcaire, il n'était pas nécessaire de considérer des sols qui en fussent composés pour la majeure partie, mais que la présence de quelques centièmes de chaux dans le sol était très suffisante : ainsi, les

deux Peupliers qui nous ont fourni 71 et 66 pour 100 de chaux, croissaient sur un sol que nous avons qualifié de calcaire, mais qui est en réalité argilo-sableux, avec un mélange de quelques débris calcaires; de plus, ces arbres se trouvent à 80 centimètres de distance du pied d'un mur, dans la construction duquel entre du mortier de chaux, et l'eau qui coule à sa surface doit entraîner en dissolution un peu de bicarbonate de chaux; quoique l'on ne puisse pas assimiler ce sol à un terrain véritablement calcaire, néanmoins les Peupliers qui y ont végété renferment environ un tiers plus de chaux que les autres.

Quoi qu'il en soit, l'influence chimique du carbonate de chaux ne saurait être contestée, puisqu'elle se manifeste avec évidence dans la composition des cendres des plantes spontanées comme des végétaux cultivés. Il serait fort extraordinaire qu'une action aussi prononcée n'entrât pour rien dans les causes de l'extrême inégalité qu'offre la répartition des plantes sauvages à la surface des différents terrains, et qui, dans l'ouest de la France, donne lieu à des contrastes frappants. En effet, les grands massifs et même les petits bassins calcaires offrent une végétation toute spéciale; beaucoup de plantes ne se trouvent nulle part ailleurs dans le pays, et quand on voit ces plantes propres aux terrains calcaires, comme le *Scabiosa columbaria* et le *Reseda lutea*, fournir des cendres qui contiennent de 40 à 50 pour 100 de leur poids de chaux, il est difficile d'admettre que cette circonstance ne soit pas en connexion avec les causes qui permettent à ces plantes de se maintenir ou de se propager sur les sols calcaires, mais qui les empêchent de s'étendre au delà. Tout le monde reconnaît que, parmi les plantes qui habitent les marais salants ou les bords de la mer, il en est qui sont circonscrites dans leur station par la nécessité de trouver dans le sol qui les supporte une assez grande quantité de soude. Or, quand nous trouvons dans les plantes propres aux formations calcaires autant et souvent plus de chaux qu'il n'y a de soude dans les plantes riveraines de la mer; quand, d'un autre côté, tout prouve que la chaux joue dans l'organisation du tissu des plantes un rôle bien plus considérable que la soude, on ne comprendrait pas que la première de ces bases n'exerçât sur la

distribution de certaines plantes une influence du genre de celle que, jusqu'à ce jour, on n'a pas contestée à la soude, quand il s'agit de plantes exclusivement propres aux terrains salifères.

Plusieurs savants ont considéré les propriétés physiques du sol, et principalement ses caractères hygroscopiques, comme exerçant une influence absolue et exclusive sur la distribution des plantes spontanées à la surface des divers terrains. On ne peut nier que cette influence ne soit fort grande ; mais il nous paraît irrationnel de lui attribuer un rôle exclusif : il nous semble qu'il y a simultanéité ou concomitance des deux sortes d'actions, et l'on ne comprendrait pas que deux sols sablo-graveleux, l'un formé de détritus calcarifères, l'autre de débris quartzeux, offrissent une végétation tout à fait différente, si l'état hygroscopique devait seul être pris en considération. Il est à remarquer, d'ailleurs, que, dans les plantes spéciales aux terrains calcaires, il en est que l'on trouve à la fois sur les marbres cristallins des terrains anciens, sur des calcaires compactes ou oolitiques, sur des terrains marneux, et sur des calcaires friables ou arénacés de l'époque tertiaire, quoique les propriétés physiques de ces divers sols soient fort différentes ; et, dans ce cas, il semble difficile de contester que le cantonnement de ces plantes dans les bassins calcaires ne dépende d'une influence chimique.

On a objecté, il est vrai, que certaines plantes qui, dans telle contrée, semblent propres aux terrains calcaires, se rencontrent en d'autres pays sur des sols différents ; ce fait tend à prouver que, dans la circonscription des végétaux, l'influence chimique ne joue pas un rôle absolu, et que certaines plantes, lorsqu'elles changent de climat, et se trouvent placées dans des conditions physiques différentes, peuvent ne plus avoir besoin, pour leur développement, d'un sol aussi riche en carbonate de chaux. Mais on a déduit de cette observation des conséquences un peu exagérées, et l'on s'en est un peu trop rapporté aux apparences extérieures, sans rechercher si le sol ne contenait réellement pas de carbonate de chaux. Ainsi l'on a considéré comme en étant dépourvus des terrains de basalte ou de mélaphyre, bien qu'ils renferment certainement des quantités plus ou moins considérables de car-

bonate calcaire, par suite de la transformation du silicate de chaux entrant dans la composition du pyroxène. Or nous avons déjà fait observer que, pour exercer une influence chimique sur la végétation, il n'était nullement nécessaire que le carbonate de chaux constituât la plus grande partie du sol, mais que la présence de quelques centièmes de cette base était suffisante, comme le prouve du reste l'influence fertilisante du marnage et du chaulage.

Faisons maintenant connaître le procédé que nous avons généralement suivi dans l'analyse des cendres. Nous commencerons par faire observer que, si nous avons négligé de déterminer le rapport entre le poids de la plante et celui de sa cendre, c'est en considération du retard qui en serait résulté, vu que nous avions à faire plus de cent incinérations. Les chimistes savent combien il est long et difficile d'amener à un degré complet de dessiccation une certaine quantité de matière végétale, surtout lorsque ce sont des herbes dont le tissu présente une quantité plus ou moins forte de parenchyme. Au surplus, la détermination de ce rapport nous a paru ne former qu'un point accessoire, car le but de nos recherches n'était pas spécialement agricole. Le procédé que nous allons décrire a donc été appliqué à des cendres fournies par des plantes à humidité variable, et dont l'incinération a été précédée d'une variable carbonisation.

Ainsi nous avons commencé par diviser les plantes autant que possible; puis nous avons chauffé graduellement dans une bassine de cuivre, jusqu'à atteindre un commencement de grillage; alors la bassine a été couverte, et nous avons élevé la température assez pour que la masse devînt charbonneuse, friable, et ne répandit plus de vapeurs pyrogénées. Ensuite on l'a pulvérisée et introduite dans une capsule d'argent, que l'on a chauffée à une température inférieure à celle du rouge naissant. De cette manière, l'incinération a été très longue à s'accomplir, mais elle n'a pas entraîné de pertes notables; et, lorsque la matière nous a paru riche en alcalis, nous en avons hâté l'incinération en la soumettant à un lavage, dont le produit a plus tard été réuni à la portion non dissoute. Enfin, soit pour épargner du temps, soit pour éviter une

température trop élevée, nous n'avons pas tenu à pousser l'incinération jusqu'à ses dernières limites, c'est-à-dire jusqu'à obtenir de la cendre parfaitement blanche.

A. *Dosage du chlore et détermination du rapport des matières solubles aux matières insolubles.* — Quatre à cinq grammes de cendres étaient mis dans de l'eau distillée, que l'on tenait en ébullition pendant plusieurs minutes : la liqueur, acidulée avec un peu d'acide nitrique, fournissait ensuite le chlore sous forme de chlorure d'argent, et la partie indissoute étant pesée après calcination, faisait connaître le rapport entre sa masse et celle des parties enlevées par l'eau.

B. *Dosage du charbon, du sable et de la silice.* — On attaquait avec de l'acide chlorhydrique 4 à 5 grammes de cendres, et l'on évaporait à sec. Pendant cette évaporation, il nous est rarement arrivé de remarquer un dégagement d'hydrogène sulfuré ; et lorsqu'il s'en produisait, c'était dans de si faibles proportions, que nous n'avions pas à nous en préoccuper. La portion que l'acide muriatique ne dissolvait pas était un mélange de charbon, de sable et de silice; au moyen d'une lessive de potasse, nous dosions la silice : la perte par grillage nous faisait connaître la quantité de charbon ; nous avions recours au microscope pour constater la nature du résidu sableux. Quand nous avions des motifs de croire qu'une portion de la cendre n'avait pas été complétement attaquée, ce qui n'est arrivé que très rarement, nous soumettions cette partie à l'action de l'acide fluorhydrique ou de la baryte.

C. *Dosage de la chaux, de l'oxyde de fer, de l'alumine et d'une portion de l'acide phosphorique.* — La liqueur d'où l'on avait séparé les substances précédentes (B) était divisée en deux parties égales, dont une devait servir à la détermination des principes dont il est question en ce moment. Pour cela, on neutralisait avec de l'ammoniaque la liqueur acide ; on y ajoutait ensuite un peu d'acide acétique et des cristaux d'acétate de soude (procédé Frésénius) : on obtenait ainsi tout l'oxyde de fer à l'état de phosphate, et souvent accompagné de phosphate d'alumine. Après filtration, on versait dans le liquide un léger excès d'oxalate d'ammoniaque qui mettait la chaux en liberté.

D. *Dosage du manganèse, de la magnésie et du reste de l'acide phosphorique.* — La liqueur acide était évaporée à sec; le résidu de l'évaporation était repris par de l'eau chaude moyennement acidulée par de l'acide chlorhydrique. Le liquide était alors saturé par de l'ammoniaque, et l'on y ajoutait un peu de sulfure d'ammonium; le sulfure de manganèse se déposait. Une ébullition prolongée pendant plusieurs minutes faisait disparaître l'excès de sulfure d'ammonium, puis la liqueur était divisée en deux portions égales. Dans l'une on versait un peu de phosphate de soude, et dans l'autre un peu de sulfate de magnésie; l'addition d'ammoniaque déterminait ensuite dans les deux liquides un dépôt de phosphate ammoniaco-magnésien, qui servait au dosage de la magnésie et du reste de l'acide phosphorique.

E. *Dosage de l'acide sulfurique et des alcalis.* — Plus haut, nous avons dit que le liquide séparé de la silice, du charbon et du sable, avait été divisé en deux parts égales; nous savons (C et D) à quoi a servi l'une d'elles; l'autre était de nouveau partagée en deux portions égales : de l'une, nous tirions l'acide sulfurique en y ajoutant un sel de baryte; la seconde servait à la détermination des alcalis. A cet effet, nous la traitions successivement par l'ammoniaque et l'acide oxalique : le précipité d'oxalate de chaux étant séparé après plusieurs heures de repos, il ne restait en dissolution que des alcalis, de la magnésie et des sels ammoniacaux que l'on chassait par le feu. On arrosait le résidu de la calcination avec de l'acide sulfurique, et on le chauffait encore très fortement; ce qui restait était dissous dans l'eau et décomposé par l'acide de baryte. La liqueur ne contenait plus alors que des acétates à bases d'alcali, de baryte, de magnésie, et quelquefois d'oxyde de manganèse. La dessiccation et puis la calcination de ce mélange ne laissaient de solubles que les carbonates alcalins; ceux-ci étant sulfatisés et bien calcinés avec du carbonate d'ammoniaque, devenaient des sulfates alcalins neutres qu'on pesait, et desquels on extrayait ensuite l'acide sulfurique. C'est ainsi que l'on réunissait toutes les données nécessaires pour déterminer, au moyen d'une équation, les quantités relatives de potasse et de soude. Souvent d'ailleurs on contrôlait les résultats du calcul par l'emploi du chlorure de platine.

F. *Dosage de l'acide carbonique.* — On a dosé l'acide carbonique par le procédé fort connu de M. Frésénius; souvent on se bornait à l'évaluer par différence.

Si la méthode analytique dont nous venons de donner la description n'est pas des plus rigoureuses, elle est du moins une des plus expéditives et des plus commodes. D'ailleurs, les inexactitudes qu'elle entraîne ne sont pas de nature à affecter sensiblement les conséquences auxquelles nous croyons être arrivés. Nous en avons acquis la preuve par plusieurs analyses d'une même cendre que nous avons effectuées en suivant comparativement les procédés les plus délicats, et celui que nous avons adopté. Est-il besoin de faire observer que ce qui importe le plus dans des recherches de cette nature, c'est que les résultats soient parfaitement comparables; or on ne peut contester que cette condition soit remplie dans notre travail.

Nous avons tâché de présenter les résultats des analyses de manière à faciliter les comparaisons, et sans impliquer aucune idée théorique sur la manière dont les éléments sont combinés ensemble à l'intérieur des plantes. Nous avons examiné séparément les quantités centésimales des divers principes, acides ou basiques, au lieu de les supposer réunies à l'état de sels; de plus, nous avons écarté les substances accidentelles, comme le charbon et le sable; nous avons aussi supprimé l'acide carbonique, qui provient en général de la combustion d'acides organiques, et qui, par suite, ne fait point véritablement partie des principes minéraux des plantes; on sait qu'il ne s'y trouve que d'une manière exceptionnelle, et dans des organes qui n'étaient point l'objet spécial de nos études. Quand on a effectué cette élimination, il est plus facile de comparer les proportions relatives des autres éléments. D'ailleurs, nous avons fait connaître les rapports des parties solubles et des parties insolubles, indication qui n'est pas sans intérêt; il nous a aussi paru utile de comparer ensemble les proportions des bases alcalines (potasse et soude) et des bases alcalino-terreuses (chaux et magnésie). Nous avons encore indiqué les quantités relatives d'oxygène contenues dans les acides et les bases, ce qui permet de juger si les acides minéraux sont en quantité plus que

suffisante pour saturer les bases, et si, par suite, il est vraisemblable qu'il y ait des acides à l'état libre, ce qui arrive souvent en effet pour la silice.

Nous avons analysé les cendres de plantes appartenant aux principales familles qui croissent spontanément sur le sol de la France, savoir : 1° dans la division des Dicotylédones, les familles des Renonculacées, Crucifères, Résédacées, Caryophyllées, Légumineuses (Papilionacées herbacées et sous-frutescentes), Rosacées (herbacées, frutescentes et arborescentes), Crassulacées, Ombellifères, Rubiacées, Dipsacées, Composées, Éricinées, Borraginées, Solanées, Personnées, Labiées, Primulacées, Polygonées, Euphorbiacées, Amentacées et Conifères ; 2° dans la division des Monocotylédones, les familles des Orchidées, Liliacées, Joncées, Cypéracées et Graminées; 3° dans la division des Acotylédones ou Cryptogames, nous nous sommes bornés à examiner la principale famille de Cryptogames cellulo-vasculaires, celle des Fougères. Nous avons cru devoir ranger à part les plantes de diverses familles dont la tige est ligneuse, qui se présentent à l'état d'arbres ou d'arbrisseaux, vu que les substances minérales faisant partie du tissu ligneux diffèrent beaucoup, dans leurs proportions, de celles qui existent dans les végétaux herbacés.

Il nous a paru important de noter, avec toute la précision possible, les conditions de la végétation des diverses plantes que nous avons soumises à l'analyse; et, pour la facilité des comparaisons, nous avons groupé toutes ces indications dans un même tableau qui fait connaître les localités où les plantes ont végété, les époques où on les a cueillies, leurs stations topographiques, la nature géologique et minéralogique (1) du terrain qui les a soutenues et nourries, la structure de ces plantes et les organes qui ont été incinérés.

(1) Nous avons désigné par l'expression d'argilo-schisteux des sols situés au-dessus du schiste argileux et provenant de la dénudation de cette roche, par suite consistant en un mélange d'argile et de détritus schisteux plus ou moins ténus.

Les sols argileux, argilo-sableux, granitiques, etc., et, en général, ceux ne portant point l'indication des sols calcaires, ne sont pas absolument dépourvus

Nous avons eu soin d'analyser au moins trois espèces de plantes de chacune des familles que nous avons examinées, afin de juger l'étendue des variations que peuvent offrir, d'une espèce à l'autre, les proportions des éléments inorganiques. Cependant il y a trois analyses que nous avons pensé ne pas devoir concourir à la détermination des moyennes : ce sont des analyses qui ont fourni des proportions anormales de certains principes minéraux, et particulièrement du chlore. Nous avions même songé à mettre de côté un plus grand nombre d'analyses, à cause de la grande quantité de chlore ou de silice qu'elles ont fournie; mais nous avons conservé celles qui, dans les autres éléments, ne nous ont pas offert de disproportions trop marquées, comparativement aux autres espèces de la même famille.

Examinons les variations que présente, d'un groupe de plantes à l'autre, chacun des éléments inorganiques, électro-négatifs et électro-positifs. Le chlore est un de ceux qui présentent le plus d'inégalités dans les plantes de la même famille ; il y a sans doute, ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer, beaucoup de cas où le dépôt des chlorures dans le tissu des plantes n'est qu'un fait accidentel, et ne constitue pas un caractère inhérent à l'organisation du végétal : ainsi, dans les cendres de deux échantillons du *Trifolium pratense* (Trèfle commun), nous avons trouvé à l'analyse, chez celui cueilli sur un sol argilo-schisteux, 4 pour 100 de chlore ; chez l'autre, récolté sur un terrain calcaire, près de 20 pour 100, c'est-à-dire cinq fois plus, sans qu'il y eût de différences notables dans l'aspect des individus analysés. En général, dans les cendres des plantes herbacées, le chlore existe dans la proportion de 4 à 8 pour 100 ; parfois il s'élève jusqu'à dépasser 20 pour 100, mais dans des cas exceptionnels. D'ailleurs il y a des familles où l'abondance du chlore semble être un caractère général : ainsi les cendres des Crucifères en contiennent moyennement 11,24 pour 100 ;

de carbonate de chaux, puisque les cendres des plantes qui en proviennent renferment des quantités de chaux plus ou moins considérables; mais ces sols sont trop pauvres en carbonate calcaire pour que l'addition d'un acide produise une effervescence sensible. Nous désignerons souvent ces terrains par l'expression générale de sols argileux, par opposition aux sols calcaires.

celles des Primulacées, de 8 à 20 ; celles des Joncées, de 8 à 21 ; et celles des Graminées, de 8,78 à 12,68 pour 100. Au contraire, dans les cendres des arbres appartenant au groupe des Amentacées, nous avons trouvé presque constamment moins de 1 pour 100 de chlore, et souvent rien que des traces. Les cendres des Conifères paraissent en contenir un peu plus, savoir de 1 à 2 pour 100, et il en est de même pour les Rosacées frutescentes ou à l'état d'arbrisseaux, telles que celles appartenant aux genres *Rosa* et *Rubus*.

Lorsque le chlore est en grande abondance, dans la proportion de plus de 10 à 12 pour 100, le plus souvent il n'y a pas dans la plante une assez grande quantité de sodium pour le saturer ; il faut alors admettre qu'une portion au moins du chlore est à l'état de chlorure de potassium. Dans le *Trifolium pratense* cité tout à l'heure, il n'y a, pour les 19,66 de chlore, que 9,60 de potasse et 4,80 de soude ; il faut donc nécessairement admettre qu'une partie de ce chlore se trouve à l'état de chlorure de calcium (1).

Dans les cendres des végétaux herbacés, l'acide sulfurique est habituellement en proportion un peu plus faible que le chlore, et variant en général de 3 à 5 pour 100 ; mais, de même que pour le chlore, il y a des familles où il existe plus abondamment : ainsi nous l'avons trouvé dans le rapport moyen de 6,19 pour 100 chez les Crucifères, de 6,01 chez les Ombellifères, de 6,42 chez les Éricinées, de 6,97 chez les Euphorbiacées ; et les cendres de trois Résédacées cueillies sur le schiste et sur le calcaire en ont donné de 10,63 à 18,04 pour 100. Les Rosacées frutescentes en renferment des quantités peu différentes de celles qu'on trouve chez les végétaux herbacés ; mais, dans les cendres des arbres appartenant à diverses familles, nous en avons trouvé des proportions assez variables ; plusieurs en ont fourni moins de 1 pour 100 : ainsi les *Populus fastigiata*, *alba*, *tremula* ; d'autres en contenaient jusqu'à 4 pour 100 : ainsi le *Populus virginiana* et le *Buxus sempervivens* ; nous en avons même trouvé jusqu'à 10 pour 100 dans

(1) L'analyse de ce *Trifolium pratense* n'ayant donné que 3,05 de magnésie, le métal de cette base, ajouté au potassium et au sodium, ne suffirait pas encore pour saturer les 19,68 de chlore.

la cendre du *Pinus Strobus*. Nous ne prétendons pas que ces variations ne tiennent pas à des causes accidentelles; néanmoins il paraît résulter de nos analyses que, contrairement à ce qui a lieu pour les plantes herbacées, dans les arbres de différentes familles, l'acide sulfurique se montre plus abondamment, et paraît susceptible d'éprouver de plus grandes variations que le chlore.

Nous avons, en effet, constaté que, dans les diverses parties d'un même végétal arborescent, la quantité d'acide sulfurique éprouve d'assez grandes variations qui sont en rapport avec celles du chlore, comme le montrent les résultats suivants des essais que nous avons exécutés sur les cendres des divers organes du *Robinia hispida*, nommé vulgairement *Acacia rose*. Cet arbre croissait sur un sol tertiaire argilo-sableux, et c'est à la fin de mai que nous en avons détaché les portions destinées à l'analyse. Outre l'acide sulfurique et le chlore, nous avons encore déterminé le rapport entre les parties solubles et les parties insolubles des cendres.

	CHLORE.	ACIDE sulfurique.	PARTIES	
			solubles.	insolubles.
Écorce détachée de branches ayant de 1 à 2 1/2 centimètres de diamètre. .	traces	1,29	17,30	82,70
Branches écorcées, ayant de 1 à 2 1/2 centimètres de diamètre.	traces	1,00	16,60	83,40
Pétioles dont on a séparé les folioles.	0,43	2,75	42,81	57,19
Folioles détachées des pétioles.	0,45	3,58	29,24	70,76
Fleurs détachées des pédoncules . . .	0,77	4,24	62,62	37,38
Branche garnie de feuilles et fleurs, représentant l'ensemble du végétal . .	0,36	2,40	43,35	56,65

On voit que le chlore et l'acide sulfurique varient d'une manière parallèle; qu'il y en a plus dans l'écorce que dans le bois, plus dans les pétioles que dans les folioles, et plus encore dans les fleurs, organes où prédomine le tissu parenchymateux; c'est aussi dans ces dernières qu'il y a le plus de parties solubles. Comme on le sait, c'est dans les feuilles que la séve éprouve la principale élaboration; et c'est en redescendant vers les racines qu'elle engendre

la nouvelle couche qui chaque année vient s'ajouter aux couches antérieures. Or, comme le tissu du bois est beaucoup plus riche en chaux, plus pauvre en alcalis et en chlore que les feuilles, il paraîtrait résulter de là que, dans la succession des dépôts de particules minérales auxquels donne lieu la séve, les chlorures alcalins sont fixés les premiers sous l'influence de l'évaporation qui se produit dans les feuilles; et que les sels calcaires ne se séparent de la séve qu'à une époque plus avancée, alors qu'elle redescend vers les racines.

D'ailleurs les végétaux en renferment une proportion notablement plus grande, lorsqu'ils proviennent de terrains argileux que s'ils ont crû sur des terrains calcaires : ainsi le *Brassica oleracea* nous a offert 4,63 d'acide sulfurique dans le premier cas et 3,56 dans le second; le *Brassica Napus* en a donné 7,19 et 4,20; le *Trifolium pratense*, 3,86 et 3,05; le *Trifolium incarnatum*, 3,05 et 1,74; le *Scabiosa arvensis*, 3,70 et 2,65. Cette relation se vérifie également par la comparaison de plantes appartenant à des genres différents, mais faisant partie de la même famille.

L'acide phosphorique est susceptible de variations moindres que le chlore et l'acide sulfurique; on sait d'ailleurs que sa présence est indispensable pour permettre au végétal d'acquérir un état complet de développement; aussi la proportion de cet acide ne s'abaisse-t-elle pas à des quantités aussi faibles que celles du chlore ou de l'acide sulfurique. Les cendres de la plupart des végétaux en renferment de 4 à 8 pour 100; toutefois il paraît se trouver en plus grande abondance dans certaines familles : ainsi nous en avons trouvé des proportions moyennes de 14,38 pour 100 dans les cendres des Crucifères, de 9,69 chez les Caryophyllées, de 10,30 chez les Légumineuses sous-frutescentes, de 9,71 chez les Rosacées, de 9,64 chez les Composées, de 10,11 chez les Personnées, de 9,83 chez les Euphorbiacées, de 9,55 chez les Orchidées, et de 9,25 chez les Joncées. Dans les arbres, l'inégalité de répartition de l'acide phosphorique est assez remarquable : ainsi dans les cendres des Conifères, nous en avons trouvé de 2,60 à 6,11 pour 100; dans le Chêne et l'Ormeau, de 7,40 à 9,60; dans le Buis, de 11,23; dans les Salicinées (1 Saule et 5 Peupliers), de

11 à 16 pour 100. Les Rosacées arborescentes (arbres des genres *Prunus*, *Malus* et *Pyrus*) ne nous ont donné que 3,20 à 4,91 d'acide phosphorique; tandis que, dans les cendres de trois Rosacées frutescentes, des genres *Rosa* et *Rubus*, nous en avons trouvé de 14 à 23 pour 100.

D'ailleurs, comme nous l'avons vu tout à l'heure pour l'acide sulfurique, nous avons constaté que les plantes sont, à peu d'exceptions près, plus riches en acide phosphorique, lorsqu'elles ont végété sur des terrains argileux que quand elles ont été cueillies sur des sols calcaires; on le vérifie en examinant dans notre tableau les Crucifères, les Légumineuses, etc. Nous signalerons toutefois une exception bien saillante offerte par la Scabieuse des champs : celle cueillie sur un sol argileux ne nous a donné que 2,09 d'acide phosphorique, ce qui est une proportion exceptionnellement faible; tandis que celle provenant d'un sol calcaire en a fourni 8,85 pour 100.

Nous avions analysé un échantillon de *Dactylis glomerata* récolté dans des cimetières de campagne, pour voir s'il ne s'y trouverait pas plus d'acide phosphorique que dans des échantillons de la même plante provenant d'autres lieux. Mais notre prévision n'a pas été justifiée : le *Dactylis*, cueilli sur le sol granitique des cimetières, a offert, à très peu près, la même proportion d'acide phosphorique, de chaux et d'autres éléments qu'un échantillon de la même plante récolté sur un terrain calcaire ; mais il s'est montré sensiblement moins riche en acide phosphorique, et plus riche en chaux qu'un échantillon provenant d'un terrain argilo-schisteux.

Les variations de la silice dans une même famille sont ordinairement beaucoup plus grandes que celles de l'acide phosphorique; et, quand on compare les différentes familles entre elles, on remarque d'énormes irrégularités : ainsi, dans les Graminées et les Fougères, on trouve habituellement de 40 à 50 pour 100 de silice, tandis que les plantes herbacées d'autres familles, notamment les Caryophyllées, les Dipsacées, et surtout les Polygonées, en contiennent généralement moins de 10 pour 100. Nous signalerons la grande richesse en silice des Éricinées, richesse qui s'élève jusqu'à 48 pour 100, tandis que les Rosacées frutescentes et arbo-

rescentes en contiennent seulement quelques centièmes : de même les Conifères, la Vigne, le Buis, en renferment de 6 à 12 pour 100; mais les Amentacées (Chêne, Saule, Peupliers) n'en contiennent que des quantités variant de 0,30 à 3,69 pour 100.

Comme il était facile de le prévoir, quand les plantes végètent sur un sol calcaire, elles renferment, en général, moins de silice que si elles croissent sur un sol argilo-schisteux ou granitique (ainsi voir les familles des Crucifères, Légumineuses, etc.).

Quand on compare les compositions d'espèces végétales appartenant à la même famille, et ayant végété sur des sols analogues, argilo-feldspathiques et siliceux, on y trouve des quantités d'alcalis assez uniformes ; mais, si on les met en parallèle avec des plantes de la même espèce ou du même genre qui ont crû sur des sols calcaires, on trouve dans ces dernières une proportion beaucoup moindre de potasse, qui se trouve remplacée par de la chaux. Déjà nous avons fait voir que les végétaux des sols calcaires renferment une quantité de chaux plus grande du tiers au double ; c'est une diminution correspondante qui a lieu dans la teneur en potasse.

D'ailleurs, les plantes cueillies sur le même terrain offrent, sous le rapport de la richesse en alcalis, des variations notables d'une famille à l'autre, moindres cependant que pour la silice. Il y a des familles dont les espèces nous ont offert habituellement dans leurs cendres moins de 20 pour 100 d'alcalis (potasse et soude réunies) : ainsi les Crassulacées, les Éricinées, les Rosacées arborescentes et les Amentacées ; dans d'autres familles, au contraire, nous avons trouvé chez la plupart des espèces de 38 à 50 pour 100 d'alcalis : ainsi dans les Renonculacées, Résédacées, Caryophyllées, Dipsacées, Borraginées, Solanées, Primulacées, Liliacées, Joncées et Cypéracées. Les Rosacées frutescentes nous ont fourni en moyenne 23 pour 100 d'alcalis, les Rosacées arborescentes 12 pour 100 seulement ; tandis que les Salicinées en ont donné 16 pour 100, et les Conifères encore un peu plus.

En ce qui concerne la répartition de la potasse et de la soude, nous avons observé des différences assez bien marquées suivant les familles : ainsi, dans les Amentacées que nous avons analysées,

l'alcali est presque entièrement de la potasse; plusieurs de ces arbres n'ont donné que des traces de soude, d'autres en ont fourni de 1/2 à 2 pour 100. Dans les Conifères, nous en avons trouvé davantage, jusqu'à 6 pour 100. Il y en a des quantités analogues, mais avec d'assez grandes variations, dans les Rosacées frutescentes et arborescentes. Les Bruyères en ont donné davantage, jusqu'à 8 et 12 pour 100. D'ailleurs, dans les Phanérogames herbacées, nous avons habituellement trouvé un peu plus de soude que dans les arbres, mais dans des proportions qui diffèrent un peu suivant les familles : ainsi, dans les Renonculacées, les Rosacées, les Crassulacées, les Ombellifères, les Rubiacées, les Dipsacées, les Labiées et les Graminées, la quantité de soude forme du tiers à la moitié du poids de la potasse, et quelquefois même plus ; dans les Éricinées, elle égale presque le poids de la potasse, tandis que dans les Résédacées, les Caryophyllées, Liliacées et Joncées, elle n'est habituellement que du quart au huitième, et parfois même au dixième de la quantité de potasse. Du reste, dans une même famille, il y a trop de variations pour que l'on puisse attacher une grande importance à l'inégalité de répartition de la soude, telle qu'elle résulte de nos recherches. Nous ferons observer que deux analyses, celles du *Calluna vulgaris* et de l'*Orchis Morio*, ont fourni plus de soude que de potasse ; par contre, il est remarquable de voir que l'*Eryngium maritimum*, plante exclusivement propre aux sables salés du bord de la mer, contient encore près de trois fois plus de potasse que de soude (fait conforme à des résultats obtenus par M. Daubeny), et qu'il n'y a pas assez de sodium pour saturer le chlore ; de telle sorte que si, comme il est probable, ce métalloïde a été introduit dans la plante à l'état de sel marin, il a dû se produire, dans l'élaboration de la sève, une disjonction des deux éléments, et une portion du chlore a dû se fixer à l'état de chlorure de potassium. On voit ainsi que les végétaux ont, en général, beaucoup plus de tendance à absorber de la potasse que de la soude, et l'on peut juger par l'*Eryngium maritimum* combien est puissante la faculté de triage ou d'élimination des organes nutritifs des végétaux, puisqu'elle se manifeste d'une manière aussi pro-

noncée, même chez des plantes qui habitent exclusivement les rives salées de la mer.

D'ailleurs, l'examen comparatif de plusieurs plantes des mêmes espèces, cueillies, les unes sur un sol calcaire, les autres sur un sol argilo-schisteux, montre que, dans les premières, la proportion de soude, relativement à la potasse, est notablement plus grande que dans les secondes. Ainsi voici les rapports fournis par des espèces déjà citées antérieurement :

			BRASSICA NAPUS.	TRIFOLIUM PRATENSE.	TRIFOLIUM INCARNATUM.	ALLIUM PORRUM.	QUERCUS PEDUNCULATA.
Sur un sol	calcaire	Na	5,56	4,80	13,80	2,26	2,18
		K.	12,34	9,60	19,11	10,23	11,60
	argileux	Na	3,00	1,60	4,80	2,00	traces
		K.	25,42	27,20	28,74	12,44	19,83*

* Le *Dactylis glomerata* semble seul faire exception ; l'échantillon cueilli, soit sur le schiste, soit sur le granite, a fourni plus de soude que celui provenant d'un terrain calcaire.

Ce fait, observé sur des plantes appartenant à des familles différentes (Crucifères, Légumineuses, Liliacées et Amentacées), montre que, dans les sols calcaires, la proportion de soude comparée à la potasse est ordinairement plus grande que dans les terrains argileux : ce qui doit être en effet, car dans les premières les alcalis doivent provenir principalement des eaux riches en soude où vivaient les animaux marins, dont les dépouilles ont contribué à former le dépôt calcaire; tandis que, dans les sols provenant du remaniement et de la décomposition des détritus de roches feldspathiques, les alcalis doivent consister pour la majeure partie en potasse. Néanmoins il est intéressant d'arriver par l'analyse des cendres des plantes à un fait dont la constatation directe offrirait quelque difficulté, vu la minime quantité d'alcalis que renferment les formations calcaires.

On peut encore observer que les plantes riches en chlore ren-

ferment souvent plus de soude que les autres, ce qui paraît tenir à ce que l'état sous lequel le chlore doit habituellement pénétrer dans les plantes est l'état de combinaison avec du sodium; toutefois il y a des cas assez nombreux où la soude se trouve en faible quantité, eu égard à la potasse, malgré l'abondance du chlore : ainsi les *Stellaria media*, *Symphytum officinale*, *Solanum tuberosum*. Inversement, nous avons quelquefois trouvé beaucoup de soude chez des plantes qui contenaient peu de chlore : ainsi voir le *Trifolium incarnatum* sur un sol calcaire, les *Calluna vulgaris*, *Galeopsis ochroleuca*, *Polygonum Fagopyrum* et *Orchis Morio*.

Nous avons déjà fait observer que, dans les plantes, la chaux varie en raison inverse des alcalis : ainsi des individus de la même espèce renferment beaucoup plus de chaux, quand ils ont végété sur un sol calcaire, et plus d'alcalis, quand c'est sur un sol argileux. D'ailleurs, quand on compare ensemble des plantes cueillies sur le même terrain, mais d'ordres différents, on voit encore les proportions d'alcalis et de chaux varier dans un rapport inverse : ainsi les Amentacées, et en général les arbres, sont beaucoup plus riches en chaux et plus pauvres en alcalis que la majeure partie des plantes herbacées ; et, parmi celles-ci, les familles très riches en alcalis sont habituellement plus pauvres en chaux (1). Ce fait dépend, sans aucun doute, de la faculté qu'ont les bases de se remplacer mutuellement dans le règne végétal comme dans le règne minéral. D'ailleurs, il est à noter que la chaux a bien plus d'aptitude que la soude à remplacer la potasse :

(1) Il est assez général de croire que les végétaux à tissu fortement parenchymateux doivent être plus riches en alcalis et plus pauvres en chaux que les autres : une telle relation a lieu, en effet, pour les corolles, et en général pour les organes foliacés, quand on les compare au tissu ligneux ; mais, si l'on met en parallèle des plantes herbacées les unes avec les autres, les espèces où prédominent les alcalis, comparés aux bases alcalino-terreuses, ne sont pas toujours celles qui présentent le plus de parenchyme. Nous en citerons pour exemple les Graminées et les Cypéracées, qui sont si pauvres en chaux ; les Bruyères elles-mêmes ne contiennent qu'une médiocre quantité de cette base, quoiqu'elles aient une tige subligneuse. Il semble, dans ces cas-là, que la consistance du tissu et la résistance des fibres soient liées à l'abondance de la silice, plutôt qu'à la présence du carbonate calcaire.

ainsi la comparaison des plantes de la même espèce ou de la même famille nous les a constamment montrées plus riches en chaux et plus pauvres en potasse, quand elles avaient été cueillies sur des terrains calcaires. Au contraire, les exemples d'une substitution de la soude à la potasse sont rares : l'*Eryngium maritimum* lui-même, dont les racines plongent toujours dans un milieu riche en soude, nous a néanmoins donné une quantité de potasse supérieure de plus de deux fois à la proportion de soude.

On voit quelques familles, notamment celle des Graminées dans les Phanérogames et celle des Fougères dans les Cryptogames vasculaires, contenir peu de chaux, sans qu'elles soient chargées d'alcalis. Ces familles sont caractérisées par leur grande richesse en silice; et il arrive assez ordinairement que là où l'acide silicique est fort abondant, la proportion de chaux n'est pas très considérable : c'est ce qui a lieu dans les Fougères, les Graminées, les Cypéracées, et encore, mais à un degré moindre, dans les Éricinées et dans les Personnées. Inversement, les Amentacées et les arbres, en général, qui sont si riches en chaux, sont plus ou moins pauvres en silice ; néanmoins nous devons ajouter que, si l'on compare entre elles des plantes herbacées moyennement riches en chaux et en silice, on n'observe pas toujours de rapport inverse dans les proportions relatives de ces deux éléments.

Nous avons vu précédemment que, dans les végétaux cueillis sur des sols calcaires, la proportion de soude, comparée à celle de la potasse, est un peu plus élevée que chez les plantes de la même espèce qui ont crû sur des sols argileux ; c'est une relation contraire qui a lieu pour la magnésie. Cette base, comparée à la chaux, est en effet généralement moins abondante chez les végétaux provenant de terrains calcaires (1). La différence est surtout marquée pour la famille des Amentacées : ainsi nous avons trouvé deux fois plus de magnésie et, par contre, moins de chaux dans les Peupliers qui ont crû sur un sol argilo-sableux ; il est clair que

(1) Le rapport que nous signalons ici aurait sans doute été différent, si nous avions analysé des plantes qui auraient végété sur de la dolomie ou sur des calcaires riches en magnésie.

la magnésie, la chaux, la potasse et la soude, peuvent se remplacer réciproquement dans une certaine mesure.

Toutefois, dans les plantes de la même famille, et provenant de terrains semblables, la proportion de magnésie est assez uniforme, et ne présente pas de grandes variations. Les familles, dont les cendres nous en ont offert le plus, sont : les Caryophyllées (en moyenne 10 pour 100), les Légumineuses sous-frutescentes (11,43), les Rosacées herborescentes (11,53), les Dipsacées (10,39), les Personnées (9,19), les Polygonées (12,72). Au contraire, la famille des Crucifères n'a donné moyennement que 4 pour 100 de magnésie, et celle des Crassulacées 3,40, celle des Borraginées 3,68, et celle des Graminées 3,42. Les Rosacées frutescentes sont très riches en magnésie ; elles ont fourni moyennement 14,57 de cette base; les Rosacées arborescentes en ont donné 8,41, et les Amentacées 9,72.

Il est à remarquer, d'ailleurs, qu'en comparant des familles de moins en moins riches en bases alcalino-terreuses, on n'y voit pas la proportion de magnésie décroître dans le même rapport que la teneur en chaux : ainsi dans les Amentacées, qui sont les plus riches en chaux, la quantité de magnésie forme de 1/5ᵉ à 1/6ᵉ du poids de la chaux : or, si nous considérons les familles qui sont pauvres en chaux, nous y voyons la magnésie s'élever à plus de la moitié du poids de la chaux dans les Fougères et les Graminées, à plus des trois quarts dans les Joncées ; et, dans les Cypéracées, nous avons généralement trouvé plus de magnésie que de chaux. Il est clair que, chez ces plantes, la tendance à l'assimilation doit être aussi ou plus grande pour la magnésie que pour la chaux, vu que, dans le sol, la première de ces bases est en général moins abondante que la seconde.

Nous avons à signaler une relation qui paraît assez générale : c'est que, dans les plantes de la même famille, celles qui renferment une grande quantité de chlore sont ordinairement un peu moins riches en magnésie que les autres : ainsi les *Ficaria ranunculoides*, *Stellaria media*, *Trifolium pratense* (sur un sol calcaire), *Eryngium maritimum*, *Galium cruciata*, *Dipsacus sylvestris*, *Solanum tuberosum*, *Primula acaulis*, *Hyacinthus non scriptus*,

Luzula maxima, dont les cendres renferment de 13 à 21 pour 100 de chlore, contiennent notablement moins de magnésie que les autres espèces des mêmes familles qui sont bien plus pauvres en chlore; de même l'ensemble des Crucifères est riche en chlore et pauvre en magnésie. Nous citons cette relation, qui ne souffre que peu d'exceptions, sans chercher à l'expliquer. Nous ferons observer, d'ailleurs, que les analyses qui nous ont fourni beaucoup de chlore se rapportaient assez ordinairement à des plantes qui croissent au bord des fossés comme les Joncs : telle est en effet la station de la plupart des espèces que nous venons de citer tout à l'heure comme s'étant montrées très riches en chlore.

Quant à l'alumine et aux oxydes de fer et de manganèse, ces substances, qui ont été dosées ensemble, ne paraissent pas jouer un rôle aussi important que les autres principes minéraux dans la vie des plantes, et ne se trouvent ordinairement qu'en faible proportion ; cependant les analyses en ont fourni d'une manière trop constante pour que l'on pût conserver des doutes sur la présence de ces oxydes dans le tissu des végétaux (1). Il y en a habituellement de 2 à 4 pour 100; quelques plantes en ont fourni de 6 à 8 pour 100 : ainsi deux Légumineuses sous-frutescentes, une Composée et une Orchidée, l'*Euphorbia helioscopia* et le *Juncus conglomeratus* en ont donné environ 9 pour 100, et le *Calluna vulgaris* près de 13 pour 100. Au contraire, les Rosacées frutescentes et les Conifères contiennent une faible proportion de ces bases, savoir, de 0,77 à 1,60 pour 100.

D'ailleurs, comme il était facile de le prévoir, les plantes paraissent contenir un peu plus d'alumine et d'oxydes mangano-ferreux, quand elles ont végété sur des sols argilo-schisteux : c'est surtout sensible dans la famille des Amentacées que nous citerons de préférence, vu que les engrais ou amendements doivent avoir moins d'influence sur la composition des principes minéraux des arbres

(1) Le prince de Salm-Horstmar a montré l'importance de l'oxyde de fer dans la végétation de l'avoine. Le manganèse serait utile quand il y a trop peu de fer. Dans la formation des fruits, la soude ne paraît pas pouvoir remplacer la potasse. (*Ann. de chimie et de phys.*, t. XXXII, p. 46, 1851 ; t. XXXV, p. 54, 1852.)

qui forment ce groupe. Or le *Quercus pedunculata* a fourni 4,71 d'alumine et d'oxydes mangano-ferreux sur un sol argilo-schisteux, et 0,41 sur un sol calcaire. Les moyennes fournies par les analyses des Peupliers sont également dans le rapport de 2,99 à 0,88.

Nos analyses nous ont fait connaître les proportions relatives des parties solubles et des parties insolubles qu'ont fournies les cendres de chaque plante : les premières sont ordinairement les moins abondantes; et, dans les plantes très riches en chaux, comme les Amentacées, leur poids peut s'abaisser jusqu'à un dixième seulement de la masse totale, tandis que dans les familles très riches en alcalis, la quantité des parties solubles peut s'élever jusqu'aux six dixièmes de l'ensemble. D'ailleurs, comme la végétation des terrains argileux est notablement plus riche en alcalis que celle des terrains calcaires, il est clair que les plantes cueillies sur les premiers doivent contenir dans leurs cendres plus de parties solubles que celles récoltées sur les seconds.

Nous avons pensé qu'il y avait quelque intérêt à comparer les proportions d'oxygène contenues dans les bases minérales et dans les acides inorganiques (non compris l'acide carbonique). M. Liebig, adoptant une idée émise par Berzelius, a exprimé l'opinion qu'il doit exister des rapports constants entre ces quantités, et il a admis que dans les plantes les acides et les bases devaient se neutraliser ou former des proportions atomiques équivalentes. Mais le chimiste allemand ajoutait lui-même que des acides et des bases organiques peuvent remplacer des acides et des bases de nature minérale, et réciproquement; d'où il résulte que toute vérification de la loi qu'il a posée est impossible. Du reste, bien des plantes, notamment les Graminées, renferment de la silice libre, qui ne peut être dosée séparément dans l'analyse des cendres : d'ailleurs, le rapport entre les quantités d'oxygène des acides et des bases présente une certaine uniformité quand on compare des espèces de la même famille cueillies sur le même terrain; mais il offre de grandes variations d'une famille à l'autre, ou bien quand on met en parallèle des plantes provenant de terrains différents.

Dans la cendre des plantes provenant de sols calcaires, l'oxygène des bases se trouve habituellement en plus forte proportion que chez les végétaux cueillis sur des sols argileux (Crucifères, Résédacées, Légumineuses, Liliacées et Amentacées); et même, dans ces familles, si l'on excepte la dernière, l'oxygène des bases est au-dessous de l'oxygène des acides quand le sol est argileux, et au-dessus quand il est calcaire. Si d'ailleurs nous ne considérons que la végétation des sols argileux, et c'est celle-là que nous avons admise comme normale, nous voyons que, dans les Renonculacées, les Légumineuses frutescentes, les Rubiacées, Borraginées, Orchidées et Liliacées, la quantité d'oxygène des acides tend à se rapprocher de celle des bases, avec de légères différences dans un sens ou dans l'autre; qu'elle est notablement supérieure dans les Crucifères, les Résédacées, les Rosacées herbacées, les Composées, les Éricinées, les Personnées, les Labiées, les Euphorbiacées, les Joncées et les Cypéracées; et qu'elle est inférieure dans les Caryophyllées, les Crassulacées, les Ombellifères, les Dipsacées, les Polygonées, et dans toutes les plantes frutescentes et arborescentes. Ce dernier groupe n'offre aucune exception; et même, chez les arbres à fruit (Rosacées arborescentes), il y a six à huit fois plus d'oxygène dans les bases que dans les acides. Néanmoins, dans les familles que nous avons examinées, il y en a un plus grand nombre où l'oxygène des acides est en excès; et, dans plusieurs d'entre elles, les cendres sont de nature acide, même en faisant abstraction de l'acide carbonique. D'un autre côté, on ne peut admettre, vu la nature de ces plantes, qu'il s'y trouve des alcalis organiques pour saturer l'excès d'acide; mais on sait qu'il s'y trouve de la silice à l'état libre. D'ailleurs, c'est en général dans les familles où abonde la chaux que l'oxygène des bases l'emporte sur celui des acides minéraux, circonstance qui paraît liée à ce fait que le poids atomique du calcium est presque deux fois plus faible que celui du potassium; d'où il résulte que, pour un poids égal de chaux et de potasse, les quantités d'oxygène correspondant se trouvent dans les rapports de 28 à 17 ou 1,65 à 1. D'ailleurs, l'excès de l'oxygène des bases dans les plantes des terrains calcaires se trouve souvent augmenté dans une plus forte

proportion ; en effet, l'examen comparatif d'individus de la même espèce provenant de sols argileux et de sols calcaires prouve que, dans les premiers, l'excès des bases alcalines est ordinairement moindre que l'excès des bases terreuses dans les seconds ; ceux-ci doivent donc renfermer une proportion moindre d'acides minéraux. C'est ce qui a lieu, en effet ; et, par suite, il doit s'y trouver une proportion plus grande d'acide carbonique ou d'acide organique : ainsi, la chaux exerce sur la végétation une influence particulière, non-seulement par la faculté qu'elle possède à un très haut degré de se substituer aux alcalis, mais encore en provoquant la formation des acides végétaux, conclusion d'accord avec ce principe de chimie que les bases engendrent les acides.

Nous avons essayé de grouper les principaux traits relatifs à la distribution des principes minéraux dans les diverses familles de plantes que nous avons examinées, et qui sont les plus importantes parmi celles qui croissent spontanément sur le sol de la France. Dans ces rapprochements, nous avons considéré spécialement la composition des végétaux provenant de terrains non calcaires ; car, dans les cendres des plantes qui croissent au-dessus de formations calcaires, la chaux est toujours en grand excès, comme le prouvent nos analyses, et la prédominance de cette base masque les relations qu'il est intéressant de connaître. Dans les sols argileux, les éléments solubles et susceptibles d'être absorbés par les spongioles des plantes offrent des proportions relatives beaucoup moins différentes que dans les terrains calcaires ; par suite, les circonstances sont plus propres à faire ressortir la faculté que possède chaque groupe végétal de s'assimiler certains principes plutôt que d'autres. Il faut remarquer aussi que la séve qui circule à l'intérieur des plantes est beaucoup plus chargée de bicarbonate de chaux, lorsqu'elle a été fournie par un terrain calcaire : or, comme, dans l'incinération, les éléments de la séve dont sont gorgées les plantes viennent s'ajouter à ceux qui sont déjà fixés dans les organes, il en résulte une cause d'anomalie ou de perturbation d'autant plus puissante, que cette séve contient en plus grande abondance un principe particulier.

De toutes les familles de végétaux que nous avons examinées,

celle que nous avons trouvée la plus riche en acide phosphorique et en magnésie est celle des Rosacées frutescentes ; elle l'emporte sous ce rapport sur toutes les plantes herbacées, de même que sur les arbres et les autres arbrisseaux. Les cendres de cette famille renferment quatre à cinq fois plus d'acide phosphorique que celles des Rosacées arborescentes; elles sont aussi beaucoup plus riches en potasse et en magnésie ; par contre, elles sont plus pauvres en chaux. La Vigne (*Vitis vinifera*), qui est un arbrisseau sarmenteux de la famille des Ampélidées, se rapproche des Rosacées frutescentes par sa richesse en acide phosphorique et en potasse.

Le *Robinia pseudo-Acacia*, vulgairement nommé *Acacia*, bel arbre de la famille des Légumineuses papilionacées, nous a paru intermédiaire par sa composition entre les Rosacées arborescentes et les Amentacées; mais il semble se rapprocher davantage de ces dernières par sa teneur en acide phosphorique, en silice, en bases alcalines et terreuses. Il est assez remarquable de trouver dans les Amentacées deux à trois fois plus d'acide phosphorique que dans les arbres à fruit; ainsi cet élément, si nécessaire à la vie des plantes, est enlevé au sol en moindre quantité par les arbres à fruit de nos vergers que par ceux qui forment les forêts, et que l'on cultive au bord des champs. Les Conifères nous ont paru être un peu plus riches en chlore, en silice et en alcalis, que les Amentacées, mais un peu plus pauvres en acide phosphorique et en magnésie.

Parmi les plantes que nous avons analysées, il en est plusieurs qui ont été cueillies sur le même champ et dans le même mode de station; alors il y a quelque intérêt à comparer la manière dont s'y trouvent répartis les principes minéraux. Prenons pour exemples l'*Æthusa Cynapium*, le *Stachys arvensis* et le *Clinopodium vulgare*, que nous avons récoltés dans un champ de froment, au nord de Trébœuf, sur du schiste argileux. Nous voyons dans les cendres de ces trois plantes les quantités de chlore varier de 2,63 à 6,73 ; d'acide sulfurique, de 3,77 à 5,77 ; d'acide phosphorique, de 4,59 à 11,88 ; de silice, de 13,14 à 24,46 ; de potasse, de 15,19 à 31,12 ; de soude, de 1,76 à 5,50 ; de chaux, de 18,64 à 32,88 ; et de magnésie, de 5,13 à 11,36. L'oxygène des acides

est constamment en excès sur celui des bases, mais de quantités qui varient de 0,41 à 6,38. Des différences non moindres résulteraient de la comparaison du *Scabiosa arvensis*, de l'*Euphrasia odontites* et du *Galeopsis ochroleuca*, qui ont aussi été récoltés dans un champ de froment, au nord de Pancé, sur un sol argilo-schisteux ; on y voit même la quantité de silice s'élever à 39,79 dans l'*Euphrasia odontites*, et s'abaisser à 7,87 dans le *Scabiosa arvensis*. Ainsi des plantes cueillies sur le même terrain, et à très peu de distance les unes des autres, manifestent avec évidence la faculté de choisir et de fixer, parmi les principes contenus dans le sol et entraînés dans le courant de la séve, ceux qui conviennent particulièrement à chacune d'elles. Néanmoins il est présumable que l'énorme teneur en silice de l'*Euphrasia odontites* est un fait accidentel; et il semble d'après cela que, même pour des plantes croissant sur le même terrain, dans la même station et à quelques mètres de distance, les conditions extérieures qui influent sur le dépôt des principes minéraux dans le tissu du végétal ne sont réellement pas identiques.

En résumé, nous avons vu chacun des principes minéraux, basiques ou acides, qui entrent dans l'organisation du tissu de plantes, se répartir inégalement dans les divers groupes du règne végétal : les irrégularités provenant de circonstances accidentelles ne nous ont pas empêchés d'arriver à des relations générales, dont quelques-unes paraissent susceptibles d'être utilisées dans l'agriculture ; car, en cherchant à activer le développement des plantes utiles, on doit tâcher de fournir au sol non-seulement des matières azotées, mais encore les principes minéraux qui s'y trouvent en faible proportion, et surtout ceux dont ne peuvent se passer les végétaux que l'on cultive. Nous avons d'ailleurs mis en évidence l'influence utile de la chaux non-seulement en faisant voir dans quelles proportions elle peut se substituer aux alcalis, mais encore en montrant qu'elle provoque la formation des acides organiques ; car, dans les plantes où abonde cette base, il y a une plus faible proportion d'acides minéraux, et par suite une plus grande quantité d'acides organiques.

Nous avons constaté que, malgré l'analogie de structure du tissu ligneux dans les diverses familles de plantes frutescentes et arborescentes, il y a cependant des différences notables dans les proportions des principes minéraux qu'elles renferment. Contrairement à ce qu'on aurait pu supposer d'après l'état sublignenx de leur tige, nous avons reconnu que, par l'ensemble de leur composition, les Légumineuses sous-frutescentes et les Éricinées se rattachent aux plantes herbacées ; et que, dans les Bruyères comme dans les Graminées et les Cypéracées, la consistance du tissu paraît liée à l'abondanee de la silice, qui contraste avec la pauvreté en chaux. Il en est tout autrement des Rosacées frutescentes qui, par leur pauvreté en chlore et en silice, ainsi que par leur richesse en chaux, sont inséparables des arbres.

Nous avons vu se manifester de la manière la plus évidente l'influence de la nature du sol sur la végétation : ainsi, quand les plantes croissent sur des terrains argileux, elles renferment en général plus d'acides sulfurique, phosphorique et silicique, plus de potasse, de magnésie, d'alumine, d'oxydes de fer et de manganèse ; quand elles végètent sur des sols calcaires, elles contiennent plus d'acides organiques, un peu plus de soude ; et surtout elles se distinguent éminemment par la prédominance de la chaux qui y entre presque toujours pour plus d'un tiers, et quelquefois pour plus de la moitié du poids total de la cendre dans les plantes herbacées, et pour plus des deux tiers dans les arbres, si l'on fait abstraction de l'acide carbonique. La chaux joue donc, dans l'organisation de ces plantes, un rôle non moins important que la soude chez certaines plantes marines ; elle donne à la composition de leurs cendres un caractère spécial : sans vouloir contester l'influence des propriétés physiques des terrains calcaires, nous avons fait voir qu'il était irrationnel de refuser à la chaux, qui contribue si puissamment à la fertilité du sol, une action chimique sur la distribution des végétaux sauvages à la surface des différents terrains.

En terminant, nous ajouterons encore une observation, c'est que le mode de station des plantes paraît influer d'une manière sensible sur les proportions relatives des principes minéraux qu'elles s'assimilent : ainsi, en mettant de côté les Crucifères, qui

constituent une famille riche en chlore, et dans laquelle il y a un certain nombre d'espèces propres aux bords salés de la mer, l'abondance des chlorures se fait plus particulièrement remarquer chez les plantes qui croissent aux bords des champs, dans les haies ou les fossés, tandis que la présence d'une quantité plus ou moins considérable d'acide phosphorique s'observe plus ordinairement chez les plantes qui croissent au milieu des moissons. D'ailleurs, l'abondance de l'acide phosphorique n'est pas exclusivement propre à ces plantes, car nous l'avons signalée chez les Amentacées, chez les Rosacées frutescentes, chez les Légumineuses sous-frutescentes, chez les Composées, etc., lors même que ces végétaux ont été cueillis aux bords des champs.

OBSERVATIONS

CONCERNANT

QUELQUES PLANTES HYBRIDES

QUI ONT ÉTÉ CULTIVÉES AU MUSÉUM,

Par M. Ch. NAUDIN.

Au nombre des expériences qui sont en cours d'exécution au Muséum d'histoire naturelle, il en est quelques-unes qui, bien qu'encore inachevées, me paraissent de nature à intéresser ceux des botanistes qui s'occupent de la question de l'hybridité ; elles ont pour objet de constater ce que devient la descendance des plantes hybrides fertiles lorsqu'elle-même conserve sa fertilité. Les résultats déjà obtenus me semblent autant de nouveaux arguments en faveur de l'opinion qui veut que le caractère mixte de la postérité fertile des hybrides végétaux disparaisse pour faire place au type pur et simple de l'une ou de l'autre des deux espèces productrices de l'hybride. Je crois qu'il est d'autant plus à propos de rappeler ce principe, qu'il a été naguère mis en doute par un expérimentateur très habile et très compétent dans cette matière. Je lis effectivement dans une note de M. Godron sur l'*Ægilops triticoides*, insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (numéro du 19 juillet 1858), que les hybrides fertiles « ne le sont ordinairement que dans le cas où ils sont fécondés de nouveau par l'un des deux types spécifiques, » et que, comme conséquence, « il lui paraît bien douteux que la loi qui veut que les hybrides fertiles reviennent aux types originaires, après un certain nombre de générations, soit solidement établie. » Je crois pouvoir répondre à ce doute que les preuves qui militent en faveur de la loi sont déjà nombreuses et bien constatées, et, sans rien préjuger de

ce qui pourra advenir des hybrides d'*Ægilops* aujourd'hui à l'étude, j'en citerai quelques-unes tirées de mes propres observations.

J'ai déjà signalé en 1856 (*Comptes rendus*, 1er semestre, p. 625) la remarquable décomposition d'un hybride fertile de *Primula*, dont la parenté, seulement soupçonnée, a été rendue manifeste par cette décomposition même. La plante hybride avait été apportée vivante au Muséum, en 1853, par M. Weddell; elle donna quelques graines qui, semées dans l'automne de la même année, produisirent sept plantes, encore existantes aujourd'hui. Ces sept plantes fleurirent au printemps de l'année 1855; mais, quoique issues de la même mère, elles furent loin de se ressembler. Une seule avait conservé l'aspect et le coloris de l'hybride, et toutes les fleurs en furent stériles; des six autres, trois prirent les caractères du *Primula officinalis*, et les trois autres ceux du *P. grandiflora* (?) var. *purpurea* (1). Ces six plantes ont toutes fructifié. Comme l'hybride mère était cultivé en pot et tenu fort loin des autres Primevères du jardin, d'ailleurs peu nombreuses, il est extrêmement peu probable qu'il ait reçu du pollen des deux espèces auxquelles sa postérité faisait retour. D'un autre côté, si le fait avait eu lieu, il aurait dû, à plus forte raison, se reproduire sur l'hybride de deuxième génération, tout semblable au premier, et qui n'était qu'à quelques centimètres des six Primevères nées du même semis, toutes six très florifères et très fécondes; or c'est ce qui n'est pas arrivé, puisqu'il est resté stérile. Nous aurons plus loin d'autres preuves que les transports de pollens d'une plante à une autre, ou d'une fleur à une autre fleur de la même plante, sont, dans certains genres, beaucoup moins fréquents qu'on ne serait tenté de le supposer.

(1) C'est avec beaucoup de doute que je rapporte au *Primula grandiflora* la Primevère à fleurs pourpres dont il est question ici. Quoiqu'elle soit fort commune dans les jardins, dont elle est le plus bel ornement au mois d'avril, j'ai vainement cherché dans les flores et les monographies du genre *Primula* une description qui lui convînt exactement. Elle me paraît trop différente du *P. elatior* pour pouvoir en être rapprochée à titre de variété. Bien qu'encore assez éloignée du *P. grandiflora* ou *acaulis* de nos environs, c'est pourtant cette dernière espèce que je crois avoir avec elle le plus d'analogie. De là le nom sous lequel je la désigne ici.

La même année (1855), j'observais cent vingt sujets hybrides de *Datura*, savoir : quatre-vingt-seize provenant du *Datura Tatula* fécondé par le *D. Stramonium*, et vingt-quatre issus du *D. Stramonium* fécondé par le *D. Tatula*. Ces cent vingt plantes, cultivées en deux lots contigus sur la même plate-bande, étaient parfaitement semblables entre elles et sensiblement intermédiaires entre les deux espèces, quoique peut-être un peu plus voisines du *Tatula* que du *Stramonium*. Leur hybridité se trahissait, en outre, par un caractère qui a souvent été remarqué : le développement exagéré des organes de la végétation ; leur taille, en effet, variait entre 2 mètres et 2^{m},30, et plusieurs de leurs feuilles avaient au moins, en surface, le double de celles des deux espèces originaires. Une autre particularité également frappante fut la difficulté qu'elles eurent à produire des fleurs et des fruits, qui n'apparurent que tardivement et dans les dernières bifurcations des rameaux. Or on sait que, dans les deux espèces de *Datura* dont il est question ici, les fleurs s'ouvrent et produisent des fruits dans toutes les dichotomies, y compris la première.

Tous ces hybrides cependant furent fertiles ; une vingtaine de pieds, issus de leurs graines en 1856, rentrèrent tous et complétement dans le type du *D. Tatula*, dont ils reprirent la taille (environ 1 mètre), les fleurs violacées et la fructification précoce. Voilà donc encore des enfants d'hybrides qui retournent, dès la deuxième génération, à l'une des deux espèces parentes. Et remarquons qu'ici on ne peut pas recourir à la supposition d'un nouveau croisement par le pollen du *D. Tatula*, car la planche où étaient les hybrides, en 1855, contenait un bon nombre de *D. Stramonium*, dont le pollen aurait dû intervenir dans la fécondation de leurs fleurs, ce qui visiblement n'a pas eu lieu. D'ailleurs de nombreuses expériences, faites tout exprès pour m'éclairer à ce sujet, m'ont donné la certitude que, dans les *Datura Stramonium* et *Tatula*, le pollen ne passe que très rarement d'une fleur à une autre, et que les fleurs castrées dans le bouton, avant la déhiscence des anthères, restent à peu près toujours stériles, malgré la présence d'un grand nombre de fleurs bien pourvues de pollen, soit sur le même pied, soit sur des pieds voisins. Ce résultat, que j'attribue au peu d'em-

pressement des insectes à visiter les fleurs vireuses de ces plantes, ne permet pas, quelle qu'en soit la cause, d'expliquer la fécondation des hybrides dont il s'agit, autrement que par le pollen de leurs propres fleurs.

Un fait à noter en passant, c'est la prépondérance absolue de l'une des deux espèces, le *D. Tatula*, dans la transformation de ces hybrides. Nous le voyons effectivement reparaître seul dans leur descendance immédiate, et, qu'il ait joué le rôle de père ou de mère, y effacer jusqu'aux dernières traces du *D. Stramonium ;* mais un exemple bien plus frappant de cette prédominance d'une espèce sur l'autre nous sera fourni par l'observation suivante, également consignée dans les *Comptes rendus* (*ibid.*, p. 1003), et que je vais rappeler ici en l'abrégeant.

Du 2 au 8 septembre 1854, dix fleurs de *Datura Stramonium*, choisies sur deux pieds différents et très éloignés l'un de l'autre, furent castrées dans le bouton avant toute déhiscence des anthères. Lorsqu'elles furent ouvertes, leurs stigmates parfaitement vierges, comme il était facile de s'en assurer à l'aide d'une loupe, reçurent une grande quantité de pollen de *D. ceratocaula*, espèce à tige traînante, ordinairement simple, et probablement celle de tout le genre qui a le moins d'affinité avec le *D. Stramonium*. Tous les ovaires nouèrent et s'accrurent, mais beaucoup plus lentement que ceux qui avaient été fécondés par le pollen de l'espèce. Les dix capsules furent récoltées mûres du 30 octobre au 10 du mois suivant.

Aucun de ces fruits n'avait atteint le volume normal ; leur grosseur variait de la taille d'une noisette à celle d'une noix. A en juger à la simple vue, les plus développés atteignaient à peine à la moitié du volume des fruits normalement fécondés. Contrairement à ce qui se passe chez ces derniers, leurs pédoncules avaient jauni, et leurs valves s'entre-bâillaient à peine; toutefois les graines avaient pris la teinte brune qui annonce la maturité.

Dans ces dix capsules, le développement des graines avait été très inégal. Une bonne moitié des ovules n'avaient pas pris d'accroissement et se réduisaient à des vésicules aplaties et ridées ; les autres, en nombre variable, suivant que les fruits étaient plus ou moins

gros, étaient arrivés à l'état de graines, bien conformées extérieurement, mais de moitié ou des deux tiers plus petites que les graines ordinaires de l'espèce, et ne contenant aucun embryon dans la masse périspermique qui les remplissait. Çà et là pourtant, sur des boursouflures du placenta, s'en montraient quelques-unes, de deux à dix par capsule, qui paraissaient arrivées à leur complet développement. L'analyse de deux ou trois de ces graines nous fit reconnaître, à M. Decaisne et à moi, qu'effectivement elles étaient embryonnées. Les dix capsules m'en fournirent en tout une soixantaine, qui furent semées le 16 avril 1855.

De toutes ces graines, il n'y en eut que trois qui germèrent. Une des jeunes plantes, qui fut oubliée dans un pot trop étroit, resta toujours chétive et ne put pas arriver à fleurir. Les deux autres furent mises en pleine terre, à côté de plusieurs pieds de *D. Stramonium* de race pure qui devaient servir de terme de comparaison. Les conditions de la culture ont été absolument les mêmes pour toutes ces plantes.

Les deux individus hybrides se développèrent avec vigueur. Par leur tige robuste, dressée et divisée dichotomiquement, par leur feuillage, et plus tard par leurs fleurs et leurs fruits, ils ne différèrent en rien des *D. Stramonium* qui étaient à côté d'eux, et rien d'appréciable dans la forme de leurs organes n'y trahissait la part que le *D. ceratocaula* avait prise à leur production. Mais à défaut du caractère essentiel des hybrides, celui de présenter simultanément les traits du père et de la mère, ils étaient doués à un haut degré de ces caractères accessoires que j'ai signalés tout à l'heure dans les hybrides des *D. Stramonium* et *Tatula*, savoir : une taille bien au-dessus de l'ordinaire, et la difficulté de produire des fleurs. Ils s'élevèrent à 1^{m},70, c'est-à-dire au moins à un tiers de plus que les individus voisins de *D. Stramonium*, et ils ne commencèrent à fleurir qu'à partir des dichotomies des 5e et 6e degrés. Beaucoup de fleurs d'ailleurs avortèrent encore dans celles des degrés supérieurs; mais celles qui s'ouvrirent produisirent des fruits de grandeur normale et des graines parfaitement conformées qui furent semées en 1856 et 1858. Plus de cent pieds issus de ces deux semis reprirent entièrement les allures du

D. Stramonium ordinaire, c'est-à-dire une taille plus basse, et la fertilité des fleurs dans toutes les dichotomies.

On objectera peut-être que cette observation repose sur une erreur, et que les dix fleurs que j'avais crues fécondées en 1854 par le pollen du *D. ceratocaula*, l'avaient été par celui de l'espèce elle-même. Je répondrai que, préalablement à l'expérience, je m'étais assuré du degré de chances qu'ont les fleurs castrées, mais non séquestrées, de *Datura*, de recevoir du pollen de leur espèce par l'intermédiaire des insectes, du vent ou de toute autre cause qu'on voudra supposer. Ainsi, du 20 août au 14 septembre de la même année (1854), douze fleurs de *D. Stramonium* castrées dans le bouton, et nullement abritées contre les incursions des insectes, tombèrent toutes, par désarticulation de leur pédoncule, dans les six à huit jours qui suivirent; il en fut de même de huit autres fleurs qui reçurent du pollen de *Nicandra physalodes*, d'*Hyoscyamus niger* et de *Datura fastuosa*. Cependant de nombreuses fleurs s'épanouissaient tous les jours sur les pieds qui portaient les fleurs castrées ou sur des pieds très voisins; mais ces dernières n'en éprouvèrent aucune modification, ce qui doit faire conclure qu'elles n'en recevaient point de pollen.

Le *D. Tatula* a été soumis à la même épreuve. Onze fleurs castrées le 20 août, et abandonnées sans fécondation, se détachent dans les huit jours qui suivent, sans que leur ovaire ait pris le moindre accroissement. Six autres fleurs castrées de même, et laissées comme elles à toutes les chances de fécondation par le pollen de l'espèce, tombent dans le même laps de temps, après avoir reçu du pollen de *D. fastuosa*, de *Nicotiana Tabacum* et de *Nicotiana noctiflora*.

Je n'exagérerai pas en disant que, dans les années consécutives, y compris l'année 1858, j'ai castré, sans les féconder, au moins une centaine de fleurs de *Datura*, surtout de *D. Stramonium*, et je ne crois pas en avoir vu une seule nouer son ovaire et former un fruit. Le fait contraire n'est sans doute pas hors de l'ordre des choses possibles, mais il faut convenir qu'il est assez rare. Si l'on se rappelle maintenant que les dix fleurs castrées dont les stigmates ont été couverts de pollen du *D. ceratocaula* ont toutes

noué leurs fruits, que ces fruits sont restés chétifs, que leurs graines étaient presque toutes avortées ou à demi-développées et sans embryon, et enfin que les deux plantes qu'on en a obtenues se distinguaient des *D. Stramonium* types précisément par les anomalies de végétation qui se faisaient remarquer sur les cent vingt hybrides de *Stramonium* et de *Tatula* mentionnés plus haut, on devra conclure que ces deux plantes, quoique toutes semblables au *D. Stramonium*, devaient bien réellement leur naissance à la fécondation du pied mère par le *D. ceratocaula*. Mais ce dernier, soit par suite de son peu d'analogie botanique avec le *D. Stramonium*, soit pour d'autres raisons, n'a laissé aucune empreinte sur sa postérité hybride, qui nous a montré, dès la première génération, ce phénomène d'élimination totale d'une espèce par une autre, phénomène qu'on n'observe ordinairement que dans les générations suivantes. C'est, si je ne me trompe, un fait tout semblable à celui qui a été récemment annoncé par M. Guérin-Méneville, à propos de *Bombyx* hybrides obtenus du double croisement du ver du Ricin avec celui de l'Ailante, et qui sont tellement semblables à ce dernier, que c'est à peine si l'on peut les en distinguer. Il y aurait donc quelquefois, dans les croisements, des espèces plus énergiques que d'autres, c'est-à-dire imprimant plus fortement que l'espèce conjointe leurs traits sur les hybrides. Je croirais même volontiers que le fait est assez fréquent, et qu'en général la prédominance d'un des deux types spécifiques dans des hybrides fertiles de première ou de deuxième génération, lorsque toutefois il n'y a pas eu de nouveaux croisements avec l'un des deux parents, est bien plus attribuable à la supériorité de l'une des deux espèces sur l'autre qu'au rôle même de père ou de mère qu'elles ont rempli dans la procréation de l'hybride.

Une nombreuse série d'expériences exécutées, en 1854, 1855 et 1856, sur les deux espèces de *Petunia* (*P. violacea* et *P. nyctaginiflora*) qui sont si communément cultivées dans nos parterres, va nous fournir de nouveaux exemples de la décomposition des hybrides fertiles et de la prédominance d'un des deux types spécifiques sur l'autre. Pour rendre les faits plus sensibles à l'esprit, je rappellerai sommairement les caractères distinctifs les

plus saillants de ces deux espèces qui se croisent l'une par l'autre avec la plus grande facilité, et qui ont en définitive beaucoup d'analogie. Ce ne sont cependant pas deux variétés d'une même espèce, car, lorsqu'elles sont parfaitement isolées, leurs graines les reproduisent avec une invariable fidélité, et, ce qui est décisif, leurs hybrides n'ont aucune constance, ainsi que nous allons le voir, et retournent très promptement à chacune de ces deux formes.

Dans le *Petunia violacea* pur, la corolle est sensiblement campanulée par l'évasement de son tube un peu courbé ; sa couleur est le pourpre violet le plus vif, et le pollen y est d'un bleu violacé. Dans le *P. nyctaginiflora*, au contraire, la corolle, d'un tiers plus grande que celle du précédent, est presque hypocratériforme ; le tube en est étroit, allongé, à peine dilaté sous le limbe ; la couleur en est le blanc pur, avec une très légère teinte jaunâtre autour de l'orifice de la gorge, dans laquelle se montre une fine réticulation brunâtre. Le pollen y est d'un jaune très pâle, et le stigmate a plus du double en grosseur de celui du *P. violacea*. J'ajoute que, dans les deux espèces, le port est identique, et qu'en l'absence des fleurs il serait à peu près impossible de les distinguer l'une de l'autre.

Aucune des plantes sur lesquelles j'ai expérimenté n'était isolée. Celles qui ont servi aux premiers croisements effectués en 1854 faisaient partie des massifs du parterre du Muséum, où elles étaient entourées d'un grand nombre de plantes semblables en pleine floraison ; mais les individus obtenus de ces croisements ont été cultivés à part dans l'enclos de la rue Cuvier. La difficulté d'abriter les fleurs très nombreuses sur lesquelles j'opérais m'a obligé de recourir au moyen suivant pour contrôler mes expériences, et leur donner un degré de certitude suffisant. Voici en quoi a consisté ce moyen :

Du 29 juillet au 16 septembre 1854, vingt-deux fleurs de *Petunia violacea*, choisies sur différents pieds, ayant été castrées dans le bouton et laissées à découvert au milieu d'une plate-bande, où s'épanouissaient journellement des centaines de fleurs de leur espèce, ainsi que du *P. nyctaginiflora*, eurent leurs stigmates couverts de pollens qui n'avaient aucune chance d'amener la grossifi-

cation des ovaires, ce que toutefois je voulais vérifier : c'étaient ceux du *Nierenbergia filicaulis* et des *Nicotiana auriculata* et *angustifolia*. De ces vingt-deux fleurs, seize périrent dans les huit ou dix jours suivants ; les six autres nouèrent leurs ovaires et donnèrent en définitive des capsules, qu'au moment de la maturité, j'évaluai les unes à la grosseur normale, les autres au cinquième ou au quart de cette grosseur. Quelques-unes, toutes peut-être, contenaient de bonnes graines, car j'en obtins vingt-six plantes en 1855. Sur ce nombre, treize reproduisaient exactement le type du *P. violacea ;* trois autres n'en différaient que par la teinte plus claire de leur corolle seulement lilacée ; les dix restantes avaient les fleurs toutes blanches ou d'un carné presque blanc, à gorge violacée, à tube court et à pollen gris bleu. Il était évident par là que les six fleurs devenues fécondes en 1854 avaient reçu, en des proportions diverses, du pollen des deux espèces de *Petunia* qui fleurissaient dans leur voisinage, malgré la présence du pollen étranger dont leurs stigmates avaient été couverts.

Du 2 au 14 septembre de la même année, vingt-quatre fleurs de *P. nyctaginiflora* ont été castrées dans le bouton, et laissées sans fécondation artificielle et sans abri, au milieu de centaines d'autres fleurs de même espèce. Sur dix-huit de ces fleurs, les ovaires périrent au bout de quelques jours sans avoir pris le moindre accroissement ; sur les six autres, ils nouèrent et donnèrent des capsules, dont une seule atteignit à la taille ordinaire ; les autres s'arrêtèrent au quart, au cinquième, et même au dixième de cette taille. Toutes contenaient de bonnes graines, et j'en obtins, en 1855, un très grand nombre de plantes, dont vingt-cinq seulement furent conservées jusqu'à la floraison. Ces vingt-cinq plantes reproduisirent toutes le type pur et simple du *P. nyctaginiflora*.

Du 29 juillet au 18 septembre de la même année, soixante-quatre fleurs du même *P. nyctaginiflora*, placées dans les mêmes conditions que les précédentes, furent castrées dans le bouton, et reçurent des pollens d'espèces trop éloignées pour pouvoir les féconder : c'étaient ceux des *Nicotiana angustifolia*, *rustica*, *Langsdorffii*, *californica*, *auriculata* et *persica ;* des *Datura cerato-*

caula, *Tatula*, *Stramonium* et *fastuosa;* de l'*Hyoscyamus niger* et du *Salpiglossis sinuata.* Sur ces soixante-quatre fleurs, quarante-huit périrent, sans qu'il y ait eu grossification des ovaires; dans les dix-huit autres, c'est-à-dire un peu plus du quart, les ovaires se développèrent et donnèrent des capsules, dont six arrivèrent à peu près à la grosseur ordinaire, les autres s'arrêtant au huitième, au cinquième, au quart, à la moitié, etc. Du reste, comme dans les cas précédents, ces fruits incomplets contenaient de très bonnes graines, qui furent recueillies et semées par lots différents en 1855. Il en résulta trois cent quatre-vingt-quatre plantes, dont trois cent quatre-vingts n'étaient autre chose que le *P. nyctaginiflora* sans la moindre variation. Sur les quatre restantes, il y en avait une qui différait à peine du *P. violacea* pur; les trois autres, à corolle rosée et à pollen gris, étaient manifestement, aussi bien que la précédente, des hybrides de ces deux espèces.

De ces divers essais, il me paraît permis de conclure : 1° Que, dans le genre *Petunia*, lorsque les plantes fleuries sont au voisinage les unes des autres, les fleurs castrées et non abritées ont une chance sur quatre d'être fécondées par du pollen de leur espèce apporté par le vent ou par les insectes; 2° que cette fécondation accidentelle n'est pas sensiblement entravée par la présence d'un pollen étranger et inerte sur leur stigmate; 3° que l'accroissement des ovaires fécondés et le nombre des graines qui s'y développent sont en proportion de la quantité de pollen qui a été déposée sur le stigmate, les fruits restant d'autant plus petits que la quantité de pollen reçue a été moindre, eu égard à ce qui était nécessaire pour vivifier la totalité des ovules; 4° enfin que des hybrides naissent du croisement accidentel des deux espèces ci-dessus nommées, lorsqu'elles se trouvent à proximité l'une de l'autre.

Voici maintenant le résultat des hybridations qui ont été effectuées sur ces deux espèces dans les conditions que j'ai indiquées plus haut :

Deux fleurs de *P. nyctaginiflora*, ayant été castrées dans le bouton le 11 juillet 1854, sont fécondées le lendemain par le pollen du *P. violacea.* Les deux ovaires nouent et forment deux

capsules de grosseur normale, dont les graines, recueillies à la maturité, sont semées le 17 avril 1855. Un très grand nombre de plantes lèvent, mais on n'en conserve que vingt-cinq pour continuer l'expérience. Au moment de la floraison, elles présentent l'aspect le plus uniforme. Dans toutes, les fleurs sont colorées, et varient du lilas au pourpre vif, moins intense cependant que dans le ***P. violacea*** pur. Pour la forme et la grandeur, les corolles paraissent sensiblement intermédiaires entre celles des deux espèces, et sur sept ou huit plantes on retrouve le pollen jaunâtre du ***P. nyctaginiflora;*** dans toutes les autres il est gris ou gris bleu. A en juger au moins d'après l'apparence, l'influence du ***P. violacea*** sur ces hybrides est plus marquée que celle du ***P. nyctaginiflora.***

Le 29 juillet de la même année, opération toute semblable. Deux fleurs de ***P. nyctaginiflora*** sont encore castrées et fécondées par le pollen du ***P. violacea.*** Il en résulte deux fruits de grosseur normale qui sont remplis de bonnes graines. Le semis effectué le 17 avril 1855 donna une multitude de plantes, dont, faute de place pour les transplanter, on ne put conserver que douze. Au moment de la floraison, onze de ces plantes ont les fleurs lilas pourpre, avec des variations d'intensité, sans arriver cependant à la nuance du ***P. violacea*** pur. Pour les dimensions et la forme, elles oscillent entre les deux types spécifiques ; toutes ont le pollen bleu ou gris bleu. Le douzième pied seul a les fleurs blanches, mais avec la gorge violacée et le pollen bleuâtre. Ici encore on ne peut méconnaître que c'est le ***P. violacea*** qui a pesé le plus fortement sur les hybrides.

En 1854, j'avais découvert dans les semis de Pétunias du Muséum une variété que j'eus tout lieu de supposer être un hybride des deux espèces. Les fleurs, tout à fait semblables pour la forme et la grandeur à celles du *P. violacea*, étaient d'un blanc légèrement rosé, avec la gorge violacée et le pollen gris bleu. Cette variété, que dorénavant je désignerai sous le nom d'***albo-rosea***, m'a servi à faire divers croisements dont je parlerai tout à l'heure. Mais, pour être sûr des résultats, il fallait constater si elle était véritablement hybride : le semis de ses graines était le seul

moyen qui pût y conduire. Elles furent donc récoltées et semées en avril de l'année suivante ; quarante-sept pieds furent jugés un nombre suffisant pour faire cette constatation.

Au moment de la floraison, la petite plate-bande qui contient ces quarante-sept plantes présente l'aspect le plus bigarré. Pour la forme, toutes les fleurs rappellent celles du *P. violacea ;* mais quelques-unes, surtout les moins colorées, approchent, pour la grandeur, de celles du *P. nyctaginiflora ;* sauf une seule où le pollen est blanc grisâtre, toutes l'ont gris-bleu ou violacé. Pour le coloris, elles se partagent dans les catégories suivantes :

Dix pieds à fleurs d'un pourpre foncé, qu'on ne peut plus distinguer du *P. violacea* type.

Douze pieds à fleurs lilas ou pourpre clair, généralement plus grandes que celles du *P. violacea* pur, et déjà assez voisines, mais sous ce rapport seulement, du *P. nyctaginiflora.*

Quatre pieds à fleurs lilas très pâles, beaucoup plus grandes que celles du *P. violacea*, et même supérieures en cela à celles du *P. nyctaginiflora.*

Dix-neuf pieds à fleurs blanches ou très faiblement rosées, à gorge violacée, à pollen gris bleu, ou même bleu violacé. Le tube de la corolle est toujours évasé et relativement court comme dans le *P. violacea.*

Un pied à fleurs toutes blanches, à pollen blanc grisâtre, mais pas encore jaunâtre, sensiblement plus voisines du *P. nyctaginiflora* que du *P. violacea.*

Enfin un seul pied à fleurs petites, carnées, répétant presque identiquement le *P. violacea albo-rosea*, qui, en 1854, a fourni les graines de ce semis.

Ce premier essai ne permettait pas de conclure absolument la nature hybride du *P. violacea albo-rosea ;* aussi pensai-je qu'il convenait d'en observer encore une génération. Je choisis donc, pour en récolter des graines, les trois plantes du semis ci-dessus indiqué, qui reproduisaient le mieux la physionomie de la variété *albo-rosea*. Ces graines furent semées en mélange au mois d'avril 1856 ; cent seize plantes qui en naquirent présentèrent,

lors de la floraison, l'aspect le plus varié. Par un relevé aussi exact que possible, je les classai de la manière suivante :

Douze individus qui répètent assez bien la variété *albo-rosea* de 1854 et 1855 ; ce sont à peu de chose près les mêmes tons carnés ou lilas clair, comme aussi la même forme de la corolle et la même teinte bleuâtre ou violacée du pollen.

Vingt-six individus à fleurs blanches, dont le tube de la corolle est étroit et le pollen jaunâtre. Plusieurs d'entre eux ne peuvent plus être distingués du *P. nyctaginiflora*, et les autres en diffèrent à peine.

Vingt-huit à corolle pourpre vif, campanulée, à pollen gris, gris bleu ou bleu violacé, qu'on ne peut plus ou presque plus distinguer du *P. violacea* pur.

Enfin cinquante autres individus qui ne rentrent bien dans aucune des trois catégories précédentes, et qui, par la forme et la grandeur des corolles, aussi bien que par leur coloris qui varie du blanc rosé au lilas pourpre et par la teinte grisâtre du pollen, semblent intermédiaires entre les deux types spécifiques, les uns étant plus voisins du *P. violacea*, les autres s'approchant davantage du *P. nyctaginiflora*.

En présence de ce résultat, il m'est impossible de ne pas regarder la variété *albo-rosea* comme un hybride ; mais de quel degré, c'est ce que je ne saurais dire. Ce qui est visible, c'est sa décomposition en variétés nouvelles qui s'acheminent vers les deux types producteurs, et dont un certain nombre y rentre complétement, à la première et à la deuxième génération. Il me paraît qu'ici encore l'empreinte du *P. violacea* est plus fortement marquée sur l'ensemble des hybrides que celle du *P. nyctaginiflora*.

On pourra alléguer contre ces conclusions que les plantes sur lesquelles les graines de ces deux semis ont été récoltées étaient, au moment de la floraison, à proximité d'un grand nombre d'individus également fleuris de *P. violacea* et de *P. nyctaginiflora*, et que n'ayant pas été séquestrées, elles ont pu en recevoir du pollen, qui a modifié la physionomie des plantes qui en provenaient. Le fait est sans doute possible, mais il est extrêmement peu probable, car ici les fleurs n'avaient pas été castrées ; et par

cela même que les stigmates y recevaient en abondance le pollen de leurs propres étamines, ils devenaient moins aptes à se laisser imprégner par un pollen apporté d'ailleurs. Au surplus, ce pollen n'aurait contribué que pour une faible part à la fécondation des ovaires; car, quelque supposition qu'on fasse, il aurait toujours été en quantité incomparablement moindre que celui qui s'échappait des cinq anthères de chacune de ces fleurs.

Le 2 septembre 1854, deux fleurs de *P. nyctaginiflora* ayant été castrées dans le bouton sont fécondées par le pollen du *P. violacea albo-rosea*. Les deux ovaires nouent et deviennent des capsules de grosseur normale. Leurs graines, semées en 1855, donnent naissance à soixante-dix-neuf plantes. Sur ce nombre, soixante-dix-huit reproduisent à peu de chose près tous les traits de la variété hybride qui a fourni le pollen. Les corolles en sont uniformément blanches ou faiblement carnées, à tube court, évasé, presque campanulé, à gorge veinée de lilas. Le pollen est, dans toutes ces plantes, gris-bleu ou violacé. Un seul pied reproduit le *P. nyctaginiflora* dans son intégrité, avec sa corolle hypocratériforme toute blanche, et son pollen jaunâtre. Voilà donc une espèce bien définie qui est tenue en échec par un simple hybride, et qui, sur soixante-dix-neuf descendants, ne s'en assimile qu'un, les autres restant plus ou moins conformes à l'hybride. On dirait qu'ici toute l'énergie du *P. nyctaginiflora* s'est épuisée à empêcher le retour de la postérité de l'hybride au type du *P. violacea*.

Dans l'expérience suivante, la lutte semble s'égaliser entre les deux espèces. J'avais découvert dans les semis du Muséum un autre hybride de ces deux *Petunia*, très rapproché du *P. nyctaginiflora*, dont il avait les grandes corolles hypocratériformes et le pollen jaune; sa qualité d'hybride ne se trahissait que par la teinte lilas de ses corolles; mais elle ne fait pas l'ombre d'un doute pour moi qui ai produit artificiellement cette variété. Je crus qu'il pourrait y avoir de l'intérêt à croiser cet hybride, si voisin du *nyctaginiflora*, avec le premier, que nous savons être au contraire très rapproché du *P. violacea*. Pour éviter toute confusion, je désignerai par l'épithète de *lilacina* cet hybride à fleurs lilacées et à pollen jaunâtre.

Le 2 septembre (1854), quatre fleurs de *P. violacea albo-rosea* ayant été castrées sont fécondées par le pollen du *P. nyctaginiflora lilacina*. Les quatre ovaires se développent, et donnent un pareil nombre de capsules de grosseur normale. Leurs graines sont semées l'année suivante, mais le peu d'espace dont on dispose ne permet pas de conserver plus de quarante individus de ce semis. A l'époque de la floraison, ils se décomposent de la manière suivante :

Dix pieds à fleurs pourpres, mais d'un ton un peu moins prononcé que dans le *P. violacea* pur. Le pollen est gris bleu ou violacé ; la forme des corolles est presque ou tout à fait identique à ce qu'elle est dans le *P. violacea*. Au total, c'est à peine si ces dix plantes peuvent en être distinguées.

Cinq pieds reproduisent de même le type à peu près pur du *P. nyctaginiflora*, à corolles toutes blanches, non campanulées et à pollen jaunâtre.

Deux pieds ont les corolles lilacées comme la variété *lilacina* qui a servi de père; mais sur l'un, le pollen est jaunâtre; sur l'autre, il est gris ou légèrement bleu.

Dix-sept pieds ont les fleurs blanches du *P. nyctaginiflora*, mais avec des corolles à tube plus court, plus évasé et à gorge violette. Le pollen y est uniformément bleuâtre ou violacé.

Enfin six pieds à corolles petites, très campanulées, d'un rose clair, réticulées de violet, surtout dans la gorge, à pollen violacé, répétant en un mot, à très peu de chose près, la variété *albo-rosea*.

Le 30 août (même année), quatre fleurs du *P. violacea* pur sont fécondées, après castration, par le pollen de la variété hybride *albo-rosea*. Les quatre capsules, de grosseur normale, sont récoltées le 10 octobre, et leurs graines semées au mois d'avril suivant. Je ne conserve que vingt-cinq pieds issus du semis. A l'époque de la floraison, j'en trouve cinq qui rentrent complétement dans le type du *P. violacea;* les vingt autres n'en diffèrent que par le coloris un peu moins intense de leurs fleurs, dont les dimensions sont aussi un peu plus fortes, et par le tube de la corolle un peu moins évasé. Dans toutes ces plantes, sans exception, le pollen est bleu ou bleu violacé.

Le même jour (30 août 1854), quatre autres fleurs du même *P. violacea*, préalablement castrées, sont fécondées par le pollen de la variété hybride *lilacina* à pollen jaune. Il en résulte quatre capsules, dont les graines sont semées l'année suivante. Vingt-cinq pieds de ce semis sont conservés jusqu'à la floraison. Sur ce nombre, deux plantes reproduisent assez exactement la variété *lilacina*, mais avec le pollen gris bleu. Les vingt-trois autres, tant par la forme de la corolle que par la nuance du coloris, se rapprochent davantage du *P. violacea;* il en est même quelques-unes qu'on peut considérer comme n'en différant pas du tout. Ce résultat d'ailleurs était facile à prévoir, puisqu'ici, comme dans l'expérience précédente, la part afférente au *P. violacea*, dans le croisement, était beaucoup plus grande que celle du *P. nyctaginiflora.*

Dans la première quinzaine de septembre (même année), quatre fleurs de *P. nyctaginiflora* pur sont fécondées, après castration, par le pollen de la variété hybride *lilacina* à pollen jaunâtre, et très voisine, ainsi que nous le savons déjà, du *P. nyctaginiflora.* J'en obtiens quatre capsules d'une grosseur qui me paraît plus qu'ordinaire, et dont les graines sont semées l'année suivante. Il se produit cent vingt pieds, sur lesquels dix-neuf répètent très exactement la variété *lilacina* avec son pollen jaunâtre, et cent un qui ne diffèrent en rien du *P nyctaginiflora* du type le plus pur; résultat qui ne doit pas surprendre, puisque l'hybride qui a fourni le pollen tenait déjà beaucoup plus de cette dernière espèce que du *P. violacea.* Cependant le peu qui existait de ce dernier dans la constitution de l'hybride témoigne encore d'assez d'énergie pour s'imprimer sur près d'un sixième des individus issus du croisement; ce fait ne contredit assurément pas ce que j'ai dit plus haut de la tendance du *P. violacea* à prédominer dans son alliance avec le *P. nyctaginiflora.*

Ce que je ferai remarquer encore, c'est que, dans plusieurs de ces expériences où une plante hybride s'est trouvée alliée à une autre d'espèce pure, un certain nombre de produits, véritables quarterons par le fait, rentrent brusquement et totalement dans l'une des deux espèces types. Or si la tendance à reprendre les vrais caractères spécifiques n'existait pas naturellement dans les

hybrides, le quarteronnage ne ferait qu'affaiblir l'empreinte d'une des deux espèces, et ne l'anéantirait ni subitement, ni même complétement, quelque nombre de fois qu'il fût répété. Or c'est précisément le contraire qui arrive ; il suffit souvent d'un seul croisement de l'hybride avec l'une des deux espèces productrices, pour ramener totalement à cette dernière une partie notable de sa postérité. Je puis citer à l'appui l'observation suivante, qui date pareillement de l'année 1854.

Quatre fleurs de *Nicotiana angustifolia* ayant été castrées dans le bouton reçurent du pollen de *N. glauca*, espèce, comme on sait, presque arborescente et vivace, et qui est, par tout son habitus, comme par la forme et la couleur de ses fleurs, très éloignée de la première. Malgré le peu d'analogie apparente, l'expérience eut un plein succès. Les quatre ovaires grossirent et donnèrent des capsules ayant à peu de chose près la taille normale, et contenant quelques graines. Ces dernières furent semées en 1855 ; il en résulta onze plantes hybrides, participant des caractères du père et de la mère, mais cependant sensiblement plus rapprochées de cette dernière dont elles reproduisirent la taille et le port, quoique leurs feuilles rappelassent davantage celles du *N. glauca*. Une seule de ces plantes, mise en pleine terre (les autres étaient restées en pots), fleurit très abondamment. Les corolles, plus petites, mais de même forme que celles du *N. angustifolia*, étaient d'une couleur briquetée, dans laquelle on démêlait des tons jaunâtres. Toutes ces fleurs furent stériles par l'imperfection du pollen, dont les granules étaient vides ; mais elles devinrent très fertiles lorsque du pollen de *N. Tabacum* et de *N. persica* fut appliqué sur leurs stigmates. Je fécondai ainsi une quinzaine de fleurs, dont douze formèrent de très belles capsules, presque aussi grosses et aussi remplies de graines que si le sujet n'eût pas été hybride, et qu'il eût été fécondé par son propre pollen. Malheureusement, la floraison ayant été tardive, les froids survinrent avant la maturité des fruits qui furent récoltés encore verts, et après avoir été exposés à des gelées de 1 à 2 degrés au-dessous de zéro. Il en résulta que les graines périrent presque toutes ; elles furent néanmoins semées le 10 avril 1856. Contre mon attente, deux plantes levèrent

et devinrent florissantes ; mais elles ressemblaient tellement au *N. Tabacum*, bien que, dans l'une des deux, le pétiole fût nettement distinct du limbe comme dans le *N. angustifolia*, qu'il n'était véritablement pas possible de les en séparer. Dans tous les cas, ces hybrides, qui ont été très fertiles, n'avaient rien conservé du *N. glauca* qui fût discernable à l'œil.

Je terminerai cette série de citations par la suivante. Le 21 août 1854, six fleurs de la Linaire commune (*Linaria vulgaris*),ayant été castrées dans le bouton, eurent leurs stigmates couverts, deux jours après, de pollen de la Linaire à fleurs pourpres (*L. purpurea*) ; ces fleurs ne furent pas isolées, et quelques-unes reçurent indubitablement, par l'intermédiaire des abeilles qui les recherchent avec empressement, du pollen de leur espèce, ainsi que nous en aurons la preuve tout à l'heure. L'opération fut sans succès sur deux de ces fleurs, mais les quatre autres nouèrent leurs ovaires et formèrent des capsules, dont trois atteignirent à la grosseur normale. Elles furent récoltées le 25 septembre, et leurs graines semées, les unes en novembre de la même année, les autres au mois d'avril suivant, me donnèrent trente plantes vigoureuses, qui furent repiquées dans une même plate-bande au commencement de juin. Toutes fleurirent au mois d'août, et c'est alors que le résultat de l'expérience put être connu. Vingt-sept de ces plantes se trouvèrent n'être autre chose que la Linaire commune à fleurs jaunes ; mais les trois autres se firent aisément reconnaître pour hybrides à leurs fleurs de moitié plus petites, d'un jaune très pâle, et rayées de violet Autant qu'on en put juger, elles étaient à peu près exactement intermédiaires entre les deux espèces. La plupart de leurs fleurs furent stériles, mais un certain nombre produisirent des capsules contenant des graines qui parurent embryonnées ; cependant ces graines, récoltées à leur maturité et semées l'année suivante, ne levèrent point, ce qui me fit concevoir des doutes sur leur bonne conformation. Néanmoins de nouvelles graines furent encore recueillies en 1856 ; mais ayant été oubliées une année entière, elles ne furent semées qu'en avril 1858. Cette fois, elles levèrent en si grand nombre, que je pus faire repiquer, dans une plate-

bande de l'enclos de la rue Cuvier, environ quatre cents jeunes plantes de ce semis, qui entrèrent toutes en floraison sur la fin de l'été.

La planche qu'elles occupaient offrit alors un curieux assemblage de teintes; mais ce qui frappait dès l'abord, c'était la grande prédominance de la couleur et des formes de la Linaire commune. Un dénombrement, sinon exact, du moins très approché, de ces plantes me les a fait classer de la manière suivante :

1° Trente-six pieds à fleurs grandes, entièrement jaunes et longuement éperonnées, qu'on ne pouvait plus distinguer de celles du *L. vulgaris.* Non-seulement elles ne présentaient aucun vestige des stries violacées de l'hybride mère, mais chez quelques-unes les tons du coloris de la Linaire commune semblaient plus accusés qu'ils ne le sont d'ordinaire chez cette dernière, et cet effet se manifestait surtout par la teinte fortement orangée du palais de la fleur. Toutes ces plantes fructifièrent abondamment, et, sous ce rapport encore, elles ne différèrent en quoi que ce soit du type spécifique auquel elles faisaient retour.

2° Quarante-quatre pieds qui reproduisaient assez bien les premiers hybrides de 1855, comme on pouvait s'en assurer à l'aide d'un dessin colorié que M. Decaisne en avait fait faire par M. Riocreux. Les uns étaient ou paraissaient stériles; les autres nouaient tous leurs ovaires et formaient des capsules de grosseur variable suivant les individus.

3° Vingt-deux pieds qui étaient manifestement plus voisins du *Linaria purpurea* que ne l'étaient les hybrides mères. Ils s'en rapprochaient par leurs fleurs sensiblement plus petites, leurs éperons plus courts, et surtout leur coloris qui contenait plus de violet et moins de jaune que celui de ces hybrides. L'aptitude à fructifier fut aussi très variable chez ces plantes.

4° Un pied unique qui est totalement retourné au type du *Linaria purpurea.* C'est le même port élancé de cette espèce, la même petitesse des corolles, et surtout la même teinte de pourpre violet sans aucun mélange de couleur jaune. Cette plante a produit beaucoup de graines qui ont été recueillies.

5° Environ trois cents pieds, c'est-à-dire le reste de la plantation,

qui occupent tous les degrés intermédiaires entre les premiers hybrides et la Linaire commune, dans laquelle aucun ne rentre complétement, mais dont un grand nombre approche de très près. Sur ces trois cents individus, on n'en aurait peut-être pas trouvé deux qui se ressemblassent exactement. Quelques-uns avaient la fleur presque entièrement décolorée; chez d'autres, elle prenait une teinte rosée ou briquetée, presque uniforme; dans le plus grand nombre, au jaune qui dominait toujours, se joignaient des stries violettes plus ou moins prononcées, mais en général plus pâles que dans les hybrides de 1855. Les mêmes diversités s'y faisaient voir, quant à la faculté de produire des graines; les individus à fleurs décolorées furent le plus souvent stériles, mais presque tous les autres fructifièrent abondamment. En somme, cette nombreuse catégorie, qui conservait encore quelque chose de la livrée de l'hybride, tendait manifestement à s'en dégager pour reprendre les couleurs et la physionomie de la Linaire commune.

Voilà donc encore une postérité d'hybride dont un certain nombre d'individus retournent, et, dès la seconde génération, aux types spécifiques de leurs ascendants. On remarque toutefois que le partage est fort inégal. Y aurait-il ici, comme dans le cas des *Datura* cités plus haut, tendance d'un des deux types à évincer l'autre? Cette supposition serait admissible, si l'on ne tenait pas compte des conditions dans lesquelles l'expérience a été faite; mais il faut ici recourir à une autre explication. L'apparition de vingt-sept individus de l'espèce maternelle, dans le semis qui contenait les trois premiers hybrides, nous apprend que les fleurs qui, l'année précédente, avaient reçu du pollen de *L. purpurea* en avaient également reçu du *L. vulgaris*, et ce fait s'explique de lui-même, quand on a été témoin de l'empressement avec lequel les abeilles recherchent les fleurs de cette espèce. Or non-seulement ces vingt-sept pieds de Linaire commune avaient été conservés au voisinage des hybrides, mais un grand nombre d'autres croissaient à peu de distance dans le même enclos, où, d'autre part, il n'existait aucun individu de Linaire à fleurs pourpres. Il ne saurait donc y avoir le moindre doute que les trois plantes hybrides de 1855

et 1856 aient reçu beaucoup de pollen de la Linaire commune, et que de là soit venue la prédominance si sensible du type de cette espèce dans le semis de 1858. Le résultat eût été certainement tout autre sans ce voisinage, ou si la Linaire commune eût été remplacée par la Linaire à fleurs pourpres. Remarquons cependant que, malgré l'inégalité des conditions, cette dernière ne perd pas tous ses droits sur la postérité hybride, puisque plus d'une vingtaine d'individus tendent visiblement à lui revenir, et qu'il s'en trouve même un qui lui revient en totalité.

Il est certain que le croisement d'un hybride avec une des deux espèces dont il est issu active le retour de sa descendance à cette dernière ; mais il faut reconnaître aussi que, si cette descendance ne tendait pas déjà naturellement à y revenir, un premier croisement ne suffirait pas pour l'y ramener. Les nouveaux hybrides qui en résulteraient seraient par leur facies, aussi bien que par leur degré de parenté avec l'espèce deux fois employée, de véritables quarterons, c'est-à-dire qu'ils conserveraient encore un quart des traits de l'autre. Mais les faits témoignent du contraire ; et s'il existe effectivement des plantes quarteronnes chez lesquelles la ressemblance avec les deux types originaires est à peu près proportionnelle à la parenté qu'elles ont avec eux, il s'en trouve aussi un bon nombre d'autres qui, dès la deuxième génération, ont entièrement dépouillé les caractères de l'un de ces types, ou qui se rapprochent tellement de l'autre, que l'œil ne peut plus saisir de différences appréciables.

Il se peut sans doute qu'il y ait des exceptions à cette loi de retour, et que certains hybrides, à la fois très fertiles et très stables, tendent à faire souche d'espèce ; mais le fait est loin d'être prouvé. Plus nous observons les phénomènes d'hybridité, plus nous inclinons à croire que les espèces sont indissolublement liées à une fonction dans l'ensemble des choses, et que c'est le rôle même assigné à chacune d'elles qui en détermine la forme, la dimension et la durée. A ce point de vue, les hybrides, dont la forme est altérée, seraient des rouages inutiles et qui ne répondraient plus au besoin de la Nature ; aussi les fait-elle disparaître soit en leur ôtant le moyen de se perpétuer, soit en ramenant plus ou moins vite leur postérité aux

types spécifiques dont ils sont descendus. N'oublions pas d'ailleurs que la question de l'hybridité touche de près à celle de l'espèce, et que tant qu'il existera des dissentiments au sujet de cette dernière, les phénomènes d'hybridité pourront être interprétés diversement. J'ajoute qu'à mes yeux la principale utilité scientifique de ces sortes de recherches sera de nous apprendre ce qu'il nous importe le plus de connaître dans nos systématisations, le point où commence l'espèce et celui où elle finit.

DESCRIPTION D'UN NOUVEAU GENRE DE PLANTES

DE

LA FAMILLE DES MONIMIÉES,

Par M. J. DECAISNE.

Ephippiandra.

Arbuscula? dioica. Flores masculi. *Receptaculum* globosum aut breviter pyriforme, primo clausum, mox apice hiante obtuse 4-lobum, demum usque ad basin in lobos staminiferos tres vel sæpius quatuor partitum. *Stamina* (in receptaculis 4-meris ut videtur 10) subsessilia, antheris transversis reniformibus unilocularibus rima dehiscentibus. *Pollen* sphæricum, membrana externa tenuiter granulosa. Flores fœminei...... — Arbuscula madagascariensis, sicca inodora, habitu Myrtum referens; foliis oppositis, integris, sempervirentibus, glaberrimis; floribus solitariis rarius geminis, in imis ramulis axillaribus, breviter pedicellatis.

Ephippiandra myrtoidea †. Foliis ovatis obtusis integerrimis glaberrimisque breviter petiolatis, floribus solitariis v. geminis, pedicellis folio dimidio brevioribus. Hab. Madagascar, in provincia Emirnense circa Tananarivou. Goudot, 1840.

Desc. Arbuscula? Myrti facie, fere glaberrima, microphylla, exsiccata nigrescens; ramis divaricatis oppositis teretibus, supremis subherbaceis

foliosis pube pulverulenta ægre perspicua cinerescente obductis. *Folia* opposita, decussata, rigidula, ut plurimum sesquicentimetrum longa et fere tantumdem lata, interdum quoque majora et minora, ovata, apice obtusa, margine tenuiter reflexo integerrima, basi subrotunda tamen in petiolum brevem supraque canaliculatum modice confluente, nervis nervulisque transversis fere obsoletis. *Flores* axillares, solitarii v. rarius geminati, pedicellis suffulti 5-7-millimetralibus quorum basi bracteolæ binæ minutissimæ fere inconspicuæ insident. *Alabastra* (mascula tantum suppetunt) vix crassitudine seminis cannabini, in tempore antheseos ab apice ad basin in lobos 3 aut 4 carnosos, obtusos, antheriferos, demum patentes secedentia. *Antheræ* (in flore 4-partito decem) uniloculares, reniformes, subsessiles, in singulis receptaculi lobis duæ aut tres simul equitantes (scilicet quatuor in lobo antico et postico (sex in lobis lateralibus), rima unica semi-circulari dehiscentes.

La plante que je viens de décrire m'a été remise, il y a une vingtaine d'années, avec d'autres échantillons de moindre intérêt, par M. Goudot. Bien que je n'en connaisse pas les fleurs femelles, je n'hésite cependant pas à la réunir aux Monimiées, famille que M. le docteur Dalton Hooker rapproche, avec raison, de celle des Magnoliacées.

J'ai aussi proposé d'adjoindre à cette même famille des Monimiées un arbre du Chili, l'*Ægotoxicum*, rapporté par la plupart des auteurs aux Euphorbiacées, et que M. Baillon, se fondant soit sur la présence d'un obturateur celluleux qui coifferait le sommet micropylaire de l'ovule, soit sur des affinités supposées avec le *Villaresia* et le *Bursinopetalum*, propose de classer entre les Ilicinées et les Célastrinées (1). Je ne puis, pour ma part, admettre ce rapprochement, d'abord parce que je ne crois pas à l'existence d'un obturateur sur le micropyle de l'ovule dans l'*Ægotoxicum*, ensuite parce que personne ne conteste aujourd'hui les analogies du genre *Bursinopetalum* avec les Opiliées du groupe des Olacinées, toutes fort éloignées des Ilicinées et des Célastrinées.

Je rappellerai ici les caractères que j'ai assignés à l'*Ægotoxicum* dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, 1858.

(1) H. Baillon, *Étude générale du groupe de Euphorbiacées*, p. 660, tab. XXVII, fig. 32.

ÆGOTOXICUM.

Flores dioici. MASCULI. Involucrum globosum, undique clausum, dein irregulariter ruptum, extus lepidotum. *Calyx* 5-phyllus, foliolis orbicularibus, quincuncialibus, concavis, tenuissime flabellato-venosis, sessilibus, glaberrimis, scariosis, deciduis. Corolla 5-petala, petalis subspathulatis, subcoriaceis, superne lamina v. nervo prominente percursa, apice crispula. *Stamina* 5-7, petalis alterna, filamentis crassis glandulam carnosam sublunatam uno alterove latere stipatis; antheræ biloculares, loculis subcoriaceis longitrorsum dehiscentibus. *Ovarium* abortivum perpusillum. — FŒMINEI. Involucrum, calyx et corolla ut in floribus masculis. *Glandulæ* hypogynæ (stamina abortiva) 10, 5 majores lineares obtusæ cum minoribus ima basi plus minusve coalitæ, ovarium cingentes. *Ovarium* subglobosum, stylo brevi bifido apiculatum, 1-loculare, ovulis geminis ex apice loculi pendulis, anatropis. *Fructus* subdrupaceus, ovoideus, 1-locularis, abortu monospermus. *Semen* albuminosum, albumine carnoso-lacunoso. *Embryo* cotyledonibus foliaceis, cordatis, incumbentibus, radicula cylindracea.

EXPLICATIO TABULÆ 7.

***Ephippiandra myrtoidea*, magn. natur.**

Fig. 1. Alabastrum. — Fig. 2. Flos masculus tetramerus.

SUR LA PRÉSENCE DE L'AMMONIAQUE

ET DE L'ACIDE AZOTIQUE

DANS LA SÉVE DES VÉGÉTAUX,

Par M. William K. SULLIVAN,
Professeur de chimie à l'université catholique de Dublin.

La découverte des composés ammoniacaux et la classification des corps en séries homologues ayant jeté une grande lumière sur la classe des substances nommées *amides*, il en est résulté cet aperçu ingénieux, qui est comme l'extension des vues de M. Gerhardt, que nous pouvons regarder la plupart des composés organiques quaternaires contenant de l'azote, qu'ils soient acides ou basiques, comme constitués sur le type de l'ammoniaque, c'est-à-dire par une ou plusieurs molécules d'ammoniaque, dans lesquelles les atomes simples d'hydrogène sont remplacés par des composés binaires ou ternaires. Un nombre considérable d'amides peuvent être produites par des réactions qui s'expliquent certainement mieux de cette manière que de toute autre ; mais il y a pareillement beaucoup de composés végétaux azotés qui, bien que rattachés aux amides par de nombreuses analogies, ne peuvent, dans l'état actuel de nos connaissances, être rapprochés du type de l'ammoniaque. Nous ignorons presque totalement la composition de la plupart de ces corps, et nous n'en pouvons reproduire artificiellement aucun. A ce groupe de composés, relativement inconnus et non classés, appartient une série remarquable de substances qu'on rencontre universellement dans les végétaux, et qui constitue aussi la majeure partie des organismes animaux : c'est celle qu'on désigne sous le nom générique de ***substances albuminoïdes***. On peut dire que tout le phénomène de la nutrition et de l'accroissement dans ces deux ordres d'êtres organisés consiste

dans la production et la transformation de ces substances; de là résulte que la découverte de leur véritable composition moléculaire équivaudrait, pour ainsi dire, à celle des phénomènes chimiques de la nutrition elle-même.

Quel que doive être le résultat final des recherches qui ont pour but de découvrir si les plantes sont douées de la faculté d'assimiler l'azote tiré directement de l'atmosphère, il ne saurait jamais y avoir de doute que tout l'azote qu'elles reçoivent est à l'état de combinaison, principalement avec l'hydrogène sous forme d'ammoniaque, mais aussi avec l'oxygène sous forme d'acide azotique. L'ammoniaque est probablement dans tous les cas le point de départ des agglomérations successives de molécules, dont le résultat final est la formation des substances albuminoïdes, et si ce fait se vérifiait, on y trouverait la preuve que ces dernières sont bien effectivement constituées sur le type de l'ammoniaque. Il semblerait aussi que la glycose, ou peut-être mieux toute cette classe de composés qu'on pourrait appeler des hydrates de carbone, joue un rôle important dans cette série ascendante de transformations.

Les produits de la décomposition des substances albuminoïdes semblent donner un point d'appui considérable à cette manière de voir. Ainsi, lorsqu'elles se décomposent spontanément, ces substances dégagent divers acides de séries homologues avec l'acide acétique, de la leucine, de la tyrosine, de l'ammoniaque, et, comme je l'ai démontré récemment, de la triméthylamine, de l'éthylamine, etc. Chauffées avec l'hydrate de potasse en fusion, elles dégagent les mêmes acides : la leucine, la tyrosine, l'ammoniaque et de l'hydrogène. Distillées avec l'acide sulfurique et le deutoxyde de manganèse, les produits sont toujours les mêmes composés acides et leurs hydrures, et, en outre, de l'hydrure de benzoïle. Mises en présence d'un mélange plus énergiquement oxygénant, tel que celui de l'acide sulfurique et du bichromate de potasse, les produits dégagés sont encore à peu près les mêmes; mais on voit apparaître dans le nombre l'acide cyanhydrique et le valéronitryle ou cyanide de tétryle, corps qui résulte de l'action de l'acide cyanhydrique sur l'hydrure de valéryle.

Mais l'ammoniaque n'est pas seulement absorbée par les racines des plantes ; elle est quelquefois exhalée par les fleurs ou par les feuilles, comme Chevallier, je crois, l'a le premier fait voir dans le *Chenopodium vulvaria*. Dessaignes a découvert depuis que la propylamine (ou plus probablement la base isomérique nommée *triméthylamine*) accompagne ici l'ammoniaque. Ce fait remarquable semble indiquer soit qu'une portion des corps azotés formés aux dépens de l'ammoniaque absorbée est décomposée de nouveau, et que l'ammoniaque est mise en liberté par l'acte de la nutrition, soit que l'ammoniaque joue encore dans les plantes un autre rôle que celui de contribuer à former les substances albuminoïdes. La première hypothèse semble se concilier avec les changements que les substances albuminoïdes subissent en passant à cet état d'activité, dans lequel elles exercent une action si remarquable sur l'amidon. Il est très probable que l'action de ces ferments, du genre de la diastase, est quelquefois accompagnée du dégagement d'ammoniaque, soit libre, soit à l'état de combinaison, et d'une faible quantité de ces acides qui sont homologues avec les acides acétique et carbonique, c'est-à-dire que cette action peut être considérée comme une sorte de putréfaction. Des traces d'ammoniaque et des acides dont il vient d'être question se manifestent invariablement dans les boissons alcooliques en voie de fermentation, surtout quand cette opération est poussée à l'extrême. Il y a aussi beaucoup de raisons pour croire que c'est un phénomène tout semblable qui a lieu dans la germination des graines pourvues d'un endosperme.

L'azote de ces substances actives peut bien n'être pas toujours dégagé sous forme d'ammoniaque dans les transformations qu'elles subissent ; il est fort possible que, dans quelques plantes, il s'échappe à l'état libre. Saussure a démontré que les plantes exhalent de l'azote, aussi bien que de l'oxygène, lorsqu'elles sont exposées à la lumière du soleil. D'autres, avec M. Boussingault, pensent que l'azote ainsi dégagé était déjà contenu dans l'eau absorbée par les plantes ; mais Draper est amené par ses expériences à conclure qu'il dérive d'une substance azotée agissant à la manière d'un ferment. Il peut aussi être séparé de ses composés sous forme de

base fixe, et être alors déposé dans l'écorce ou les graines, et prendre part plus tard à de nouvelles transformations. Ce qu'il y a de certain, c'est que beaucoup de bases organiques existantes dans les végétaux pourraient être considérées comme de simples produits excrétés.

Cette hypothèse semble appuyée par ce fait intéressant, que l'ammoniaque paraît toujours accompagner les alcalis végétaux dans les écorces. C'est ainsi que Reichardt (1) a trouvé 0,137 d'ammoniaque (calculé sur la formule AzH^4O) dans l'écorce sèche du quinquina *Calysaya plana*, 0,123 dans celle du *Calysaya convoluta*, 0,086 dans une jeune écorce de quinquina de Huanco, 0,100 dans l'écorce du *Cinchona ovata* var. *erythroderma* de Weddell, et, dans un échantillon de *Cinchona cordifolia*, jusqu'à 0,266, c'est-à-dire plus du quart de la totalité des bases organiques que cette écorce contenait. Reichel (2) a découvert de même dans de vieux morceaux d'écorce de Huanco, 0,070 d'ammoniaque (AzH^3), et, dans l'écorce de la tige du *Cinchona condaminea* var. *lancifolia*, 0,210 ou presque le tiers de la totalité de quinine, de cinchonine et de quinidine contenues dans cet échantillon ; dans l'écorce de la tige de cette espèce, il a trouvé 0,220 d'ammoniaque, et dans les derniers rameaux 0,153 de la même substance pour 100.

Il y a encore une autre combinaison sous laquelle il est possible que l'azote se présente, quand il a accompli ses fonctions de ferment dans les plantes : c'est celle d'acide azotique. Je ne parle de cette singulière hypothèse que pour suggérer une série de recherches qui ne peuvent manquer de conduire à des résultats importants, quel que puisse être le sort de l'hypothèse elle-même. En anticipant sur les résultats que je vais bientôt signaler, je ferai observer que des azotates se montrent très généralement, quoique en petites quantités, dans la séve de beaucoup de plantes, mais principalement de celles qui exhalent assez d'ammoniaque pour

(1) *Chemisch-physiologische Abhandlung über die chemischen Bestandtheile der Chinarinden*. Braunschweig, 1849.

(2) *Ueber Chinarinden und deren chemische Bestandtheile*. Leipzig, 1856.

qu'elle soit perceptible aux sens, ou qui l'abandonnent avec divers composés ammoniacaux lorsqu'on les distille avec de l'eau. Dans ces dernières, les nitrates sont plus particulièrement confinés dans les feuilles et dans leurs pétioles, et, s'il s'agit de plantes tuberculeuses, dans la partie du tubercule d'où les feuilles s'échappent. La proportion d'acide azotique est quelquefois si considérable dans les feuilles, qu'il est difficile de supposer qu'il dérive en totalité des nitrates absorbés dans le sol par les racines. Cette difficulté semble accrue par ce fait que, dans les racines tuberculeuses, au moins celles que j'ai examinées, les parties qui sont les plus rapprochées des racines, au lieu de contenir plus de nitrates que le centre, en contiennent au contraire moins, et que ces nitrates paraissent descendre des feuilles. Le tableau suivant montre cette distribution de l'acide azotique dans une plante entière de Betterave à sucre qui pesait environ 8 livres (4 kilogrammes) :

1° La totalité des feuilles et des pétioles.	0,180 p. 100
2° Le segment supérieur de la couronne ou collet. . .	0,220
3° Une tranche de la racine de 1/2 pouce (0,015) d'épaisseur enlevée à 1 pouce ($0^m,03$) du collet.	0,060
4° Une tranche semblable prise à 2 pouces 1/2 (0,075) au-dessous de la précédente	0,040
5° Une troisième tranche de même épaisseur prise un peu au-dessous du milieu de la racine.	0,045
6° L'extrémité de la racine, longue de 2 pouces 1/2 (0,075).	0,020

Cette distribution des nitrates correspond exactement avec celle qu'on a déjà indiquée pour la matière solide. Il serait possible qu'une partie de l'ammoniaque dégagée dans le tissu des feuilles, ou existant dans la séve, ait été oxydée par l'oxygène naissant qui est mis en liberté dans les feuilles sous l'influence de la lumière solaire, et que ce soit là la cause de l'accumulation des nitrates dans les feuilles et dans le collet. Cet acide azotique aurait sans doute été graduellement éliminé des feuilles et décomposé de nouveau. On pourrait évidemment objecter que les nitrates, après avoir été puisés dans le sol, se sont accumulés dans les feuilles à la manière de toute autre substance saline, et ce pourrait être là

une explication ; mais, d'un autre côté, on sait que lorsque la Betterave est cultivée sur une terre fortement engraissée de nitrates, ces nitrates sont absorbés, et se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais avec un tel excès dans la racine, qu'ils en excluent la presque totalité du sucre, et leur accumulation dans les feuilles est loin de correspondre à ce qu'elle est dans la racine. Je sais parfaitement d'ailleurs que des expériences de cette nature ne suffisent pas pour faire accepter une hypothèse aussi nouvelle ; aussi me proposé-je d'entreprendre toute une série d'expériences plus scientifiques sur des Tabacs, des *Chenopodium*, etc., aussitôt que j'en trouverai l'occasion ; mais en attendant, il peut être avantageux de proposer l'hypothèse aux chimistes qui peuvent avoir plus de facilités que moi pour la vérifier.

A propos d'expériences telles que celles dont il est question ici, je dois faire observer que toutes les plantes ne donneront pas des résultats semblables. Bien que les phénomènes de la germination et de la nutrition présentent les mêmes caractères généraux dans toutes les espèces de plantes, ils doivent cependant, suivant les diverses familles, impliquer de certaines différences. Les observations de Saussure et de quelques autres, sur la faculté variable qu'ont les plantes d'absorber les solutions salines, nous offrent plusieurs exemples de leur inégalité de puissance sous ce rapport. C'est ainsi que Trinchinetti trouva que la Mercuriale (*Mercurialis annua*) et le *Chenopodium viride* absorbaient beaucoup de salpêtre et peu de sel commun dans une dissolution chargée de ces deux sels ; que le *Satureia hortensis* et le *Solanum lycopersicum*, au contraire, absorbaient beaucoup de sel commun et peu de salpêtre ; enfin que la Fève commune (*Vicia faba*) prend beaucoup de sel, tandis que la Mercuriale s'empare d'une grande quantité de chlorure d'ammonium dans une solution de ces deux composés.

Une partie des sels d'ammoniaque et des nitrates absorbés par les racines doit commencer immédiatement à se transformer ; mais on ne sait pas encore à quel degré cette transformation a eu lieu lorsque ces agents sont arrivés dans les feuilles. Si elle pro-

cède lentement, nous devons nous attendre à trouver l'ammoniaque et les nitrates dans toutes les parties de la plante, excepté peut-être dans les graines tout à fait mûres. De plus, si l'action fermentative de l'albumine est, dans quelques circonstances, accompagnée d'une production d'ammoniaque, et si l'acide azotique peut se former par l'oxydation de cette dernière dans le parenchyme des feuilles, nous avons là une seconde cause, distincte de la première, de l'apparition de l'ammoniaque et de l'acide azotique dans la séve des plantes. L'ammoniaque et l'acide azotique sont donnés comme éléments constitutifs de beaucoup de plantes, par de nombreuses analyses, mais surtout par celles qui remontent à vingt ou vingt-cinq ans. Dans quelques cas, il se pourrait que l'ammoniaque ait été due à la putréfaction des plantes analysées, ou qu'elle ait été produite par les réactifs; mais ce reproche ne saurait être adressé aux analyses plus récentes faites d'après de meilleurs procédés, et avec des connaissances plus parfaites des causes d'erreur qui peuvent survenir. Ces exemples isolés, quoique prouvant que l'acide azotique existait en quantité considérable dans certaines plantes, ne suffiraient pas pour établir qu'il existe dans toutes. L'établissement d'un fait de cette nature serait manifestement de la plus haute importance, parce qu'il deviendrait la base indispensable de toutes les recherches ayant pour but de constater les modifications qui surviennent dans les sucs végétaux par l'acte de la nutrition, et les influences que les agents chimiques peuvent exercer sur elles. C'est à ce point de vue que j'ai entrepris de réunir toutes les expériences faites jusqu'à aujourd'hui dans le but de constater la présence de l'ammoniaque et de l'acide azotique dans les plantes, et d'en faire moi-même un grand nombre. J'ai combiné les résultats des observations antérieures, et qui sont plus nombreuses qu'on ne serait porté à le supposer, avec celles très nombreuses aussi que j'ai faites. On les trouvera exposées un peu plus loin dans un tableau synoptique où les plantes sont classées par familles naturelles.

Avant de décrire les procédés employés pour découvrir l'ammoniaque et l'acide azotique dans les plantes mentionnées au tableau, je ferai de courtes remarques au sujet des transformations pro-

bables que l'ammoniaque subit dans les plantes, et je parlerai de quelques expériences que j'ai faites à ce sujet.

Que l'ammoniaque contenue dans les plantes soit entièrement tirée du sol, et qu'elle représente alors une partie de la substance nutritive non encore assimilée, ou qu'elle provienne des transformations que ces substances subissent dans l'acte de la nutrition, la quantité en est toujours relativement faible et variable. Il peut même arriver qu'on n'en découvre aucune trace appréciable dans la séve d'un échantillon, et qu'on la trouve abondamment dans celle d'un autre. Naturellement, les plantes venues dans les sols riches ou fortement fumés en fournissent plus que celles qui ont crû dans des terres arides ou pauvres. La situation de la plante, relativement à la lumière solaire, a aussi son influence sur la dose d'ammoniaque contenue dans la séve et dans les feuilles. C'est ainsi que j'ai trouvé que les plantes venues dans une terre substantielle, mais à une situation ombragée, semblaient toujours plus riches en ammoniaque que celles qui, dans les mêmes conditions de terrain, avaient été exposées en plein aux rayons du soleil. Peut-être cette observation doit-elle s'appliquer à l'ammoniaque puisée directement dans le sol, et non à celle qui provient des décompositions de la séve, et qui se montre principalement dans les fleurs et dans la séve descendante. Dans ce dernier cas, plus la nutrition est active, ou, en d'autres mots, plus a été grande la somme de lumière solaire reçue par les plantes, toutes les autres conditions restant les mêmes, plus est grande la somme d'ammoniaque résultant des transformations de la séve. Le Tabac récolté en Europe, et principalement celui du nord de l'Allemagne, de la Belgique et des départements septentrionaux de la France, contient plus d'ammoniaque que celui des contrées tropicales. Peut-être ici cette surabondance d'ammoniaque tient-elle à ce que la dose puisée dans le sol n'a pas été tout entière assimilée, tandis que celle des écorces de Quinquinas peut au contraire être la conséquence de la transformation des substances albuminoïdes.

Je tiens à ce que ces hypothèses soient prises pour ce qu'elles sont réellement, et non pour des opinions personnelles arrêtées; toutefois elles tirent quelque intérêt d'observations analogues

faites par d'autres expérimentateurs. Par exemple, Stenhouse a reconnu que le *Cytisus scoparius* contient une plus grande proportion de spartéine, quand il a crû dans des sols sablonneux et exposés au soleil, que lorsqu'il a végété à l'ombre, même très vigoureusement. C'est encore un fait du même ordre que Pless a signalé, lorsqu'il a fait voir que l'*Erysimum alliaria* ne produit que de l'huile de moutarde quand il croît dans les lieux bien éclairés, et qu'il donne tout à la fois de l'huile de moutarde et de l'huile d'ail lorsqu'il a crû dans les lieux ombragés.

Dans le tableau où je donne la liste des plantes chez lesquelles on a trouvé de l'ammoniaque et des azotates, j'ai ajouté une colonne contenant le nom des acides, des bases, des substances amères, etc., qui leur sont associés dans chaque espèce de plante. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'y a rien à déduire de ces associations; mais il est visible qu'il ne faudrait jamais les perdre de vue dans les analyses chimiques des plantes. Non-seulement nous devrions connaître les principes constitutifs prochains contenus dans l'ensemble de la plante, nous devrions encore savoir quels sont ceux qui sont propres à tel ou tel organe. C'est par là que nous pourrions arriver à reconnaître les points de l'organisme végétal où certaines substances ont été primitivement formées, et ceux où elles cessent de se montrer. Ce à quoi il serait surtout essentiel de faire attention, c'est la différence de composition de la séve ascendante et de la séve descendante.

Peut-être les substances odorantes des plantes sont-elles de tous les principes constitutifs immédiats ceux dont l'origine est la plus obscure. Ces principes se rangent principalement dans les catégories suivantes : 1° Les acides volatils qui ont de l'affinité avec les alcools, tels que les aldéhydes, les éthers, etc.; 2° les carbures d'hydrogène et les composés oxygénés qui peuvent en dériver. Les substances de la première classe semblent se présenter plus fréquemment dans les fleurs et les fruits où le travail de désoxydation est peu actif. Les corps de ces deux catégories semblent d'ailleurs se rattacher aux transformations que subissent les substances azotées, et dans beaucoup de cas peuvent être regardés, avec une grande probabilité, comme l'excédant du carbone

et de l'hydrogène qui se dégagent dans le changement d'un corps en un autre, principalement de ceux de la classe des amides. Le fait constaté, que la production de beaucoup d'huiles essentielles est activée par la lumière du soleil, semble appuyer cette manière de voir. Par exemple, dans le cas du *Calotropis procera*, qui est odorant au soleil et inodore à l'ombre, l'huile essentielle ici doit être évidemment considérée comme une sorte d'excrétion.

Il ne saurait être douteux que certains corps azotés ne peuvent se former que sous l'influence de la lumière solaire; mais il n'est pas moins sûr qu'il y en a d'autres qui peuvent être produits sans son concours. Ainsi l'asparagine est peut-être plus abondamment formée dans l'obscurité qu'à la lumière, et, quand elle naît dans ces conditions, elle est rapidement transformée, dès que la plante est exposée au soleil. Par exemple, de jeunes plantes de Vesces qu'on a fait germer et croître dans une cave obscure contiennent une forte proportion d'asparagine, qui disparaît avec une promptitude étonnante dès qu'elles sont mises en plein soleil. C'est, je crois, feu le professeur Gregory qui a le premier émis l'idée que les amides sont les premiers composés formés dans les plantes. L'existence d'un acide végétal dans la séve remplirait ici la principale condition, attendu qu'il se trouverait toujours en présence d'ammoniaque absorbée par les racines. Les amides pourraient être de deux classes, c'est-à-dire que nous pourrions avoir des amides dérivées de sels ammoniacaux à acides organiques par une perte d'eau, ou dans lesquelles l'hydrogène de l'ammoniaque serait remplacé par un composé oxygéné, et qui seraient neutres ou acides, et d'autres amides dans lesquelles l'hydrogène serait remplacé par un carbure d'hydrogène, comme le sont les composés ammoniacaux proprement dits. Ces deux groupes d'amides peuvent être et sont certainement formés simultanément, sinon dans toutes, au moins dans la plupart des plantes, mais il est probable en même temps que la prédominance de l'un ou de l'autre peut être un caractère propre à certaines familles. Il se peut que, dans les graines pourvues d'endosperme, et chez lesquelles il n'existe point d'acides analogues aux acides malique ou oxalique, les premières phases du développement dépendent de la production des

composés ammoniacaux. Mais quand il existe des acides malique ou oxalique, la formation de l'autre classe d'amides peut prévaloir. L'asparagine, qui ne se montre que dans les plantes où se trouve de l'acide malique, peut n'être que le type d'une nombreuse série de composés similaires formés avec d'autres acides. C'est ainsi que l'oxamide, ou plutôt un composé qui est à l'oxamide ce que l'asparagine est au malamide, peut remplir, dans les plantes qui contiennent de l'acide oxalique, les mêmes fonctions que l'asparagine dans celles chez qui existe l'acide malique. J'ai fait à ce sujet quelques expériences sur l'*Oxalis acetosella*, dans le but de reconnaître si un composé de cette nature y existait, mais sans avoir encore obtenu de résultats définitifs.

Outre les conclusions qu'on peut tirer, comme nous l'avons fait entendre plus haut, du phénomène de la putréfaction et de l'oxydation des substances albuminoïdes, il y a d'autres réactions qui semblent prouver que la substitution des molécules d'hydrogène des composés ammoniacaux par des carbures d'hydrogène et autres corps analogues est le procédé par lequel les substances azotées se forment dans les plantes. Wurtz, Rochleder, Wertheim et Anderson ont montré que la totalité ou une partie de l'azote des bases organiques pouvait en être séparée sous forme de méthylamine et autres composés de même ordre; tandis que, d'un autre côté, l'existence d'un bon nombre de ces derniers composés dans les plantes a été établie par Dessaignes, Wittstein, Wicke et moi-même. Il se peut que la première phase de ces changements soit la formation d'un sel d'ammoniaque avec un acide organique qui, en perdant de l'eau, devient une amide, et, en se désoxydant dans les feuilles, une base d'ammoniaque. Si c'est là effectivement la manière dont cette dernière classe de corps se forme dans les plantes, nous pouvons nous attendre à en trouver des traces là où on ne les a pas encore soupçonnées.

Il est fort probable que les bases volatiles, qu'on a de temps à autre reconnues dans certaines plantes, appartiennent à la même classe que les alcalis fixes qui se trouvent dans les racines d'autres plantes. Parmi ces bases volatiles, je citerai la pastinacine du Panais, où l'analyse m'a fait découvrir aussi de la triméthylamine;

la cicutine du *Cicuta virosa*, et la substance analogue supposée volatile du *Chœrophyllum bulbosum*. Un autre fait d'une grande importance, et qui se rapporte au sujet qui nous occupe en ce moment, est l'intéressante observation de Kékulé et de von Planta, qui ont constaté la présence de la méthyléconine dans le *Conium maculatum*. D'après des expériences qui m'appartiennent en propre, j'incline à croire que la méthylénicotine existe aussi dans le Tabac.

Nous ne suivrons pas l'auteur du présent Mémoire dans le détail des opérations qui lui ont permis de constater la présence de corps azotés de diverses natures, et en particulier de l'ammoniaque et des azotates, dans la séve des plantes qu'il a analysées. Ce sujet est trop étranger à la nature de cette publication ; nous nous bornerons donc à donner la liste des plantes, groupées par familles, sur lesquelles ont porté ses expériences, ainsi que celles de ses prédécesseurs. Elle est contenue dans le tableau suivant, où sont également relatés les noms des auteurs des analyses :

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE.		ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
	Ammoniaque.	Acide azotique.	
Renonculacées.			
Helleborus niger	Racine. *Feneulle et Capron*.	. . . .	Helléborine, *base* (?). Acide gallique ?
Ménispermées.			
Cocculus palmatus	. . . .	Racine. *Boedeker*.	Acide colombique; probablement de l'acide malique. Colombine (*amère, non azotée*). Berbérine (*base*).
Anamirta paniculata (fruit du *Cocculus indicus*)	. . . .	Graines. *Pelletier*, *Couerbe*.	Acide malique. Ménispermine (*base*). Paraménispermine. Picrotoxine (*non azotée*). Huile grasse.
Crucifères.			
Nasturtium offic. (Cres. d'eau)	. . . .	. . . .	Une huile sulfureuse.
Cochlearia officinalis	Plante fraîche. *Gutret*.	Plante fraîche. *Gutret*, *Tordeux*.	Huile de moutarde.
Erysimum alliaria	. . . .	. . . .	Myrosine, Huile de moutarde et huile d'ail (quand la plante a crû au soleil, elle ne donne que de l'huile de moutarde. *Pless*.)
Isatis tinctoria	Le jus de la pl. *Chevreul*.	Le jus de la pl. *Chevreul*.	Acide acétique. Myrosine. Indigo blanc.
Brassica oleracea β viridis. .	. . . .	Jus de la plante fraîche. *Schrader*.	
— — *Botrytis*	Le jus de la pl. *Tromsdorff*.		
— — *maritima*.	. . . .	Le jus. *Sullivan*.	Myrosine.
— *rapa*	Le jus. *Sullivan*.	Le jus. *Sullivan*.	Myrosine. Huile grasse.

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE.		ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
	Ammoniaque.	Acide azotique.	
Brassica napus.	Le jus. *Sullivan*.	Le jus. *Sullivan*.	Myrosine. Huile sulfureuse. Huile grasse.
Sinapis alba	La plante fraîche. *Sullivan*.	. . . .	Acides citrique et malique. Hydrosulfocyanate de sinapine. Huile grasse.
Raphanus sativus.	. . . .	Le jus. *Sullivan*.	Acide acétique. Myrosine. Huile de soufre. Huile grasse.
Résédacées.			
Reseda luteola	. . . .	Plante fraîche. *Sullivan*.	Lutéoline (*non azotée*). Huile grasse.
Malvacées.			
Althæa officinalis	. . . .	Plante fraîche. *Sullivan*.	Acide malique. Asparagine. Fécule et mucilage.
Tiliacées.			
Tilia europæa.	Séve de l'écorce ; décoction des jeunes rameaux. *Langlois*.	. . . .	Acide acétique. Acide malique ? Sucre, gomme. Acide gallique.
Acérinées.			
Acer pseudoplatanus.	Séve en avril. *Sullivan*.	Séve en avril. *Sullivan*.	Sucre de raisin (*dans la séve descendante*). Sucre cristallisable.
Sapindacées			
Æsculus hippocastanum . . .	Les jeunes fruits, immédiatement après la chute de la fleur. *Vauquelin*.	. . . .	Acides acétique et oxalique ? Tannine. Æsculine. Saponine ? Substance amère cristallisable.

Ampélidées.			
Vitis vinifera	Séve tirée en mars. *Langlois.*	Séve tirée en mars. *Langlois.*	Acides tartarique (*quelquefois* racémique) et malique. Acide lactique (*séve? Langlois*). Tannin. Sucre de raisin. Huile grasse.
Oxalidées.			
Oxalis crassicaulis	La tige. *Payen.*	. . . .	Acide oxalique. Pectine.
— *acetosella*	Plante fraîche. *Sullivan.*	Plante fraîche. *Sullivan.*	
Tropéolées.			
Tropæolum majus	. . . .	Plante fraîche. *Sullivan.*	Acide malique. Huile sulfureuse (*Allyle composé?*).
Xanthoxylées.			
Xanthoxylon clava Herculis.	Écorce. *Chevallier* et *Pelletan.*	. . . .	Xanthopicrite (*base?*). Acide acétique. Tannin.
Simaroubées.			
Picrasma excelsa	Le bois. *Pfaff.*	Le bois. *Pfaff.*	Quassite.
Simaruba officinalis	Écorce de la racine et du bas du tronc. *Morin.*	. . . .	Acide malique. Acides oxalique et acétique. Quassite.
Simaruba guianensis	Écorce de la racine et du bas du tronc. *Morin.*		
Légumineuses.			
Sarothamnus scoparius . . .	. . . .	Jeunes rameaux macérés dans l'eau. *Sullivan.*	Spartéine (*base*) et Scoparine (*matière colorante*), *toutes deux plus abondantes dans les plantes qui ont crû au soleil et dans les sols pierreux, que dans celles qui sont venues en bonne terre et à l'ombre.* Acide malique, *Stenhouse.*
Dipterix odorata	La graine (*fève Tonka*). *Boullay* et *Boutron-Charlard.*	. . . .	Acide malique. Coumarine. Sucre.

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE. Ammoniaque.	Acide azotique.	ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
Glycyrrhiza glabra	Racines distillées avec de l'eau. *Winkler.*	. . . .	Acides oxalique et malique. Asparagine. Glycyrrhizine. Fécule.
Robinia pseudo-acacia. . . .	La racine. *Reinsch.*		
Vicia sativa	Jeunes pousses. *Sullivan.*	. . . .	Pectine. Asparagine (*dans les jeunes pousses*). Légumine. Fécule (dans les graines).
Phaseolus vulgaris	Jeunes pousses. *Sullivan.*	. . . .	Asparagine (jeunes pousses). Fécule (*graines*).
Cæsalpinia crista.	Bois. *Chevreul.*	. . . .	Acide acétique.
Hæmatoxylon campechianum.	Bois. *Chevreul.*	. . . .	Acides acétique et oxalique. Hématoxyline.
Rosacées.			
Prunus spinosa	Fl. et jeunes pousses distillées dans l'eau. *Sullivan.*	. . . .	Acides malique et citrique. Tannin. Amygdaline Phloridzine. Gomme Glycose. Huile grasse.
— *insititia*	Le noyau. *John.*	. . . .	Acide malique. Amygdaline. Phloridzine. Gomme Glycose. Huile grasse.
Malus communis	Séve en avril. *Sullivan.*	Séve en avril. *Sullivan.*	Acides malique, citrique et gallique. Tannin. Phloridzine, *et probablement* valérate d'oxyde d'amyle. Glycose. Pectines.
Pyrus communis	Les fleurs donnent de la propylamine (*triméthylamine*). *Wittstein.*	. . . .	Acide malique. Quelques pectines Phloridzine. Glycose. Amygdaline. Acétate d'oxyde d'amyle.
Sorbus aucuparia.	Les fleurs, distillées avec de l'eau, donnent de la propylamine (*triméthylamine*). *Wittstein.*	Séve. *Sullivan.*	Acides tartarique, malique et citrique. Sorbine. Sucre fermentescible (*glycose*). Amygdaline.

Cratægus oxyacantha	Les fleurs, distillées avec de l'eau, donnent de la propylamine. *Wicke.*	. . . .	Tannin. Amygdaline. Glycose.
Cucurbitacées.			
Ecbalium elaterium	. . . .	Le jus. *Braconnot.*	Élatérine (*substance cristallisée non azotée*). Acide malique.
Lagenaria vulgaris	Le pistil. *John.*	Le pistil. *John.*	
Cucumis sativus.	Le fruit vert. *John.*	Le fruit vert. *Sullivan.*	Acide tartrique (*Strauch*). Acide malique? Huile grasse.
Cucurbita pepo	Chair du fruit. *Braconnot.*		
— var. *ovifera*	Le fruit. *Sullivan.*	Le fruit. *Sullivan.*	
Ficoïdées.			
Mesembryanthemum crystallinum.	. . . .	Le jus de la plante et le liquide des glandes. *John.*	Acides oxalique et malique.
Grossulariées.			
Ribes grossularia.	. . . .	Le fruit. *Sullivan.*	Acides malique et citrique. Sucre. Gomme.
Saxifragées.			
Saxifraga umbrosa	. . . .	La plante fraîche. *Sullivan.*	
Ombellifères.			
Apium graveolens	La séve des jeunes racines. *Lampadius.*	La plante entière. *A. Vogel.*	Apiine. Mannite.
Conium maculatum	La plante entière et les graines.	Le jus des feuilles fraîches. *Schrader.*	Acides acétique et malique. Conine (*base*). Méthylléconine, *Kékulé* et *von Planta.*
Æthusa cynapium.	Plante fraîche. *Sullivan.*	Plante fraîche. *Sullivan.*	Cynapine (*base?*).
Fœniculum vulgare	Jeunes pousses. *Sullivan.*	Jeunes pousses. *Sullivan.*	Stéaroptène d'anis (*donnant de l'hydrure d'anisyle*). Acide acétique.

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE. Ammoniaque.	Acide azotique.	ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
Petroselinum sativum	Feuilles. *Sullivan.*	Feuilles. *Sullivan.*	Acide malique. Apiine. Huile essentielle (isomère avec l'huile de térébenthine). Sucre.
Pastinaca sativa	Racine (elle donne aussi de la triméthylamine). *Sullivan.*	Racine, base des feuilles. *Sullivan.*	Pastinacine (*base volatile d'après Wittstein*). Sucre.
Daucus carota	Racine et feuille. *Sullivan.*	Racine, base des feuilles. *Sullivan.*	Acide malique. Carotine (*matière colorante*). Sucre. Plusieurs pectines.
Caprifoliacées.			
Sambucus nigra	Fleurs distillées avec de l'eau. *Gleitsmann*, *Pagenstecher.*	Écorce. *Sullivan.*	Acides malique, acétique et valérianique. Sucre de raisin.
Cinchonacées.			
Cinchona calysaya var. *vera.*	Écorce. *Reichardt.*	. . . .	Quinine. Quinidine. Cinchonine. Acides kinique, kinovique et acétique. Pectine. Fécule. Tannin.
— *micrantha*	Écorce. *Reichardt.*		
— *ovata*	Écorce. *Reichardt.*		
— *cordifolia*	Écorce. *Reichardt.*		
— *condaminea*	Écorce. *Reichel.*		
Composées.			
Cichorium intybus	Racine. *Juch.*	Feuilles. *Sullivan.*	Substance analogue au caoutchouc. Inuline.
— *endivia*	Jeune plante. *Sullivan.*		

Lactuca virosa	Séve laiteuse. *Pagenstecher*.	Feuilles et tiges fl. *Pagenstecher*, *Walz*, *Pfaff* et *Klink*.	Acides oxalique, valérianique, citrique, malique et succinique. Lactucine (*amide?*). Lactucone.
— *sativa*	Pl. fleurie, distillée avec de l'eau. *Sullivan*.	Extrait âgé de quelques années. *Bley*.	Acides oxalique, malique et succinique. Lactucine. Lactucone.
— *altissima*	. . . .	Séve laiteuse. *Aubergier*.	Acides malique et oxalique. Asparagine. Substance amère cristallisable, etc.
Taraxacum officinale	Le jus de la pl. *Sullivan*.	Le jus de la pl. *Sullivan*.	Taraxacine (*substance amère*). Inuline. Substance analogue au caoutchouc. Mannite.
Sonchus oleraceus	Le jus de la pl. *Sullivan*.	Les feuilles. *Sullivan*.	Substance analogue au caoutchouc.
Calendula officinalis	. . . .	Les feuilles. *Geiger*.	Acide malique. Calenduline (*substance mucilagineuse*).
Cnicus benedictus	. . . .	La plante entière. *Morin*.	Acide malique. Cnicine (*substance amère*).
Carduus lanceolatus	. . . .	La plante entière. *Sullivan*	
Senecio vulgaris	La plante fleuriss. *Sullivan*		
Achillea millefolium	. . . .	La plante entière, fleurissante. *Bley*.	Acide propionique. Acide achilléique (*malique?*). Achilléine (*substance amère*).
Anthemis nobilis	La plante entière. *Bley*.	. . . .	Acides acétique, formique et malique. Tannin.
Matricaria chamomilla . . .	. . . .	Extrait. *Joss*.	Acides tartrique (?), malique et acétique. Huile essentielle.
Artemisia absinthium	. . . .	Extrait aqueux. *Braconnot*	Acide succinique (*probablement aussi des* acides malique et santonique). Absinthine (*substance amère*).
Tanacetum vulgare	. . . .	La plante fraîche. *Sullivan*.	Acide malique. Tannin. Acide gallique? Tanacétine (*substance non azotée*). Huile essentielle.
Helianthus tuberosus	La jeune plante. *Sullivan*.	Les tubercules. *Payen*.	Acides citrique et malique (*Braconnot*). Acide oxalique et trace d'acide gallique (*Payen*). Inuline. Pectine. Glycose.
— *annuus*	La jeune plante. *Sullivan*.	La moelle de la tige. *John*.	Acide malique. Asparagine (*dans le premier âge*). Inuline. Huile grasse.
Dahlia variabilis	Les tubercules. *Payen*.	Les tubercules. *Payen*.	Acides citrique et malique. Asparagine (*dans les jeunes pousses développées à l'obscurité*). Inuline. Huile éthérée.

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE.		ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
	Ammoniaque.	Acide azotique.	
Styracées.			
Styrax officinale	Le Storax. *Reinsch.*	. . . .	Acide benzoïque. Huile essentielle.
Aquifoliacées.			
Ilex aquifolium.	Écorce et fleurs. *Sullivan.*	. . . .	Ilicine (*corps non azoté*).
Oléacées.			
Fraxinus excelsior	Séve en avril. *Sullivan.*	Séve en avril. *Sullivan.*	Mannite. Substance amère cristallisable (*fraxinine*).
Asclépiadées.			
Asclepias vincetoxicum . . .	Racine. *Feneulle.*	. . . .	Acides malique et oxalique.
Gentianées.			
Menyanthes trifoliata	La jeune plante. *Sullivan.*	. . . .	Acides malique et acétique. Inuline. Ményanthine (*substance amère*).
Convolvulacées.			
Convolvulus arvensis	La pl. entière. *Chevallier.*	. . . .	Acides malique et acétique.
— *batatas*	Racine fraîche de la variété rose. *Payen* et *O. Henry.*	. . . .	Acides malique et oxalique. Fécule. Sucre.
— *sepium*.	La pl. entière. *Chevallier.*	. . . .	Acides oxalique et malique.
Borraginées.			
Anchusa tinctoria.	La racine. *Belley* et *Widler*	. . . .	Tannin ? Anchusine (*substance amère*).

Borrago officinalis	Extrait aqueux de la plante entière fleurissante. *Lampadius*.	Extrait aqueux de la plante entière fleurissante. *Lampadius*.	Acide acétique.
Solanées.			
Solanum tuberosum.	Tubercules, bourgeons, feuilles et fr. *Sullivan*.	Feuilles. *Sullivan*.	Acides malique et tartrique. Solanine. Fécule.
— *dulcamara*.	Feuilles, tiges et fruits. *Sullivan*.	. . . .	Acide malique. Solanine.
— *nigrum*.	Feuilles et fruits. *Sullivan*.	. . . .	Acide malique. Solanine.
— *verbascifolium*	Tiges et fruits. *Payen* et *Chevallier*.	. . . .	Acide malique. Solanine.
Lycopersicum esculentum . .	Le fruit. *Sullivan*.	. . . .	Acide oxalique.
Atropa belladona.	Jus exprimé de la pl. entière. *Vauquelin*. *Brandes*	Jus exprimé de la pl. entière. *Vauquelin*, *Brandes*	Acides malique, oxalique et acétique. Huile grasse. Atropine. Asparagine. Esculine?
Datura stramonium.	. . . .	Plante fraîche, jus exprimé depuis quelques années. *Promnitz*, *Bley*.	Acides acétique et malique. Atropine. *Quelquefois* Stramonine.
Hyoscyamus niger.	. . . .	. . . .	Acides malique et acétique. Hyoscyamine.
Nicotiana tabacum	Jus des feuilles, etc. *Vauquelin*, *Reimann*, *Posselt*.	Jus des feuilles fraîches. *Vauquelin*, *Reimann*, *Posselt*.	Acides malique et citrique. (Acide acétique? Nicotine. Nicotianine. Méthylénicotine (?). Huile grasse.
Nicotiana rustica	Feuilles fr. et fl. *Sullivan*.	Feuilles fraîches. *Sullivan*.	
Labiées.			
Salvia officinalis.	. . . .	La plante fraîche. *Ilisch*.	Acide malique. Tannin.
Lamium purpureum.	. . . .	Jus de la pl. fraîche. *John*.	Acide malique.
Leonurus lanatus.	. . . .	La plante entière. *Jori*.	Tannin.
Plantaginées.			
Plantago lanceolata	. . . .	Les feuilles. *Sullivan*.	

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE. Ammoniaque.	Acide azotique.	ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
Chénopodées.			
Beta maritima	Racine et feuilles. *Buchner*, *Payen*, *Sullivan*.	Racine et feuilles. *Buchner*, *Payen*, *Sullivan*.	Acides oxalique et citrique. Pectase. Pectose. Sucre.
Chenopodium ambrosioides. .	. . . .	La plante entière. *Bley*.	
— *vulvaria*.	La plante exhale de l'ammoniaque. *Chevallier*. Propylamine. *Dessaignes*.	. . . .	Acide acétique (une partie de l'ammoniaque exhalée est combinée avec l'acide acétique).
— *hybridum*.	La plante, distillée avec de l'eau, donne de l'ammoniaque. *Sullivan*.	. . . .	Acides malique et oxalique. Fécule. Tannin.
Polygonées.			
Rheum rhaponticum.	Feuilles et pét. *Sullivan*.	Feuilles et pét. *Sullivan*.	
Rumex obtusifolius	Feuilles. *Sullivan*.	Feuilles. *Sullivan*.	Acides oxalique et malique (*probablement* acide tartarique). Acide chrysophanique (*rumicine*). Tannin.
— *acetosella*	Feuilles. *Sullivan*.	Feuilles. *Sullivan*.	Acides oxalique et tartarique.
Polygonum tinctorium. . . .	. . . .	Feuilles. *Girardin* et *Preisser*.	Acide oxalique (*Hervy*). Acides acétique et malique (*Girardin* et *Preisser*). Indigo. Tannin.
Aristolochiées.			
Aristolochia clematitis. . . .	Racine.	Racine. *Friekinger*.	Acide malique. Tannin. Substance amère.
Asarum europæum	La plante entière. *Lassaigne* et *Feneulle*.	. . . .	Acides acétique, citrique et malique. Tannin. Asarone (*substance non azotée*).
Euphorbiacées.			
Hura crepitans	. . . .	La séve laiteuse. *Boussingault* et *Rivero*.	Acides malique et gallique. Tannin. Subst âcre cristallisable (Hurine). Subst. analogue au caoutchouc.

Euphorbia hyberna	Plante fraîche. *Sullivan.*	. . . .	Euphorbine.
Urticées.			
Urtica dioica	Distillé aqueux de la plante. *Bohlig.*	. . . .	Acides formique, acétique, malique et oxalique.
Cannabis sativa	Feuille et pollen. *Tscheppe, John.*	Feuilles. *Tscheppe.*	Acides acétique et malique. Huile grasse (*contenant un alcaloïde selon Gastinell*). Cannabine (*résine*).
Humulus lupulus	Pl. entière, avec les racines et les fleurs. *Payen, Pelletan* et *Chevallier.*	Plante entière avec racine et fleurs. *Pelletan* et *Chevallier.*	Acides acétique et malique. Tannin. Asparagine. Huile essentielle (*isomère avec l'huile de térébenthine et le valérole*). Lupuline (*substance amère*).
Pipéracées.			
Cubeba officinalis	Le fruit. *Vauquelin.*	. . . .	Acide acétique. Tannin. Mucilage.
Potomorphe umbellata	. . . .	Racine. *N. E. Henry.*	Acides malique et acétique. Cubébine (*non azotée*). Huile de cubèbe (*isomère avec l'huile de térébenthine*).
Salicacées.			
Salix viminalis	Bourg. et sommit. *Sullivan*	Bourg. et sommit. *Sullivan*	Tannin. Salicine.
Populus nigra	Bourgeons frais. *Pellerin.*	. . . .	Tannin (*acide gallique ?*). Acide malique. Salicine. Populine ? Huile essentielle.
Bétulacées.			
Betula alba	Séve en avril. *Sullivan.*	Séve en avril. *Sullivan.*	Acides acétique et *probablement* tartarique. Sucre cristallisable. Sucre de raisin (*dans la séve ascendante*). Tannin. Bétuline (*résine cristallisable*).
Alnus glutinosa	Séve en avril. *Sullivan.*	. . . .	Tannin.
Cupulifères.			
Castanea vulgaris	. . . .	La séve. *Vauquelin.*	Acide acétique. Sucre. Fécule.
Corylus avellana	. . . .	La séve. *Sullivan.*	Acide malique? Huile grasse.
Fagus sylvatica	Séve en avril. *Sullivan.*	Séve en avril. *Sullivan.*	Acide acétique. Tannin (*acide gallique*). Fagine (*base volatile*). Huile grasse.

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE.		ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
	Ammoniaque.	Acide azotique.	
Juglandées.			
Juglans regia.	Séve en avril. *Langlois*.	Séve en avril. *Langlois*.	Acides lactique (*? Langlois*), acétique. malique et oxalique. Huile grasse. Tannin. Juglandine (*substance non azotée*).
Conifères.			
Pinus sylvestris.	Pollen. *John*.	. . . .	Acides formique, citrique, pimarique. Tannin. Huile grasse. Huile de térébenthine. Pinipicrine (*substance amère*).
— *abies*.	Pollen. *John*.	. . . .	Acides formique, pimarique, malique (?). Tannin. Huile grasse. Huile de térébenthine.
Zingibéracées.			
Alpinia galanga.	Eau distillée de la racine. *A. Vogel, Jun*.	. . . .	Acides oxalique et acétique. Gomme. Kæmpféride (*non azotée*).
Musacées.			
Musa paradisiaca.	. . . .	La séve. *Fourcroy* et *Vauquelin*.	Acides acétique, oxalique, malique et gallique. Tannin. Sucre (*fécule dans le fruit avant la maturité*).
— *rosacea*	Jus exprimé de la tige. *Clamor Marquart*.	. . . .	Acides malique et acétique. Tannin. Sucre.
Amaryllidées.			
Agave americana.	. . . .	Le jus. *Sullivan*.	

Liliacées.			
Allium cepa	La jeune plante. *Sullivan.*	. . . .	Acides acétique (?), citrique et pectique. Tannin (*en automne*). Sucre. Sulfide d'allyle.
— *sativum*	Les bulbes. *Sullivan.*	. . . .	Sulfide d'allyle.
— *porrum*.	La jeune plante. *Sullivan.*		
Asparagus officinalis	Jeunes pousses. *Sullivan.*	Jeunes pousses. *Sullivan.*	Acides malique et acétique. Asparagine.
Palmiers.			
Areca cathecu.	Le fruit. *Morin.*	. . . .	Acides acétique, oxalique et gallique. Tannin. Fécule.
Graminées.			
Triticum vulgare	Très jeunes pl. *Sullivan.*	. . . .	Mannite. Acide oxalique. Glycose. Fécule.
Saccharum officinarum . . .	. . . .	Jus de la canne. *Sullivan.*	Acides oxalique, acétique et malique. Sucre. Cire.
Lichens.			
Cetraria islandica.	La plante. *John.*	La plante. *John.*	Acides fumarique, cétrarique, lichenstéarique. Substances saccharifiables (*fécule*, etc.).
Sticta pulmonaria.	La plante. *John.*	. . . .	Fécule de lichen. *Probablement* acide cétrarique *ou quelque autre composé analogue*.
Parmelia ciliaris	La plante. *John.*	. . . .	Fécule de lichen.
Champignons.			
Agaricus campestris.	La plante. *Gobley, Sullivan.*	. . . .	Acides lichenstéarique (*probablement*), fumarique, malique et citrique. Mannite.
— *stercorarius*.	La plante. *Sullivan.*		
Boletus Grevillei	La plante. *Sullivan.*	. . . .	Acide oxalique.
Exidia glandulosa	La plante. *Sullivan.*		
Phallus impudicus.	La plante. *Braconnot.*	. . . .	Acide acétique. Mannite.
Lycoperdon pusillum	La plante. *Sullivan.*		
— *geminatum*.	La plante. *Sullivan.*		

PLANTES ANALYSÉES.	PARTIES DE LA PLANTE CONTENANT L'AMMONIAQUE ET L'ACIDE AZOTIQUE.		ACIDES, BASES ET AUTRES COMPOSÉS EXISTANT SIMULTANÉMENT DANS LES PLANTES.
	Ammoniaque.	Acide azotique.	
Elaphomyces granulatus	Spores, péridium. *Bliz.*	....	Mannite.
Helvella esculenta	La plante. *Schrader.*	....	Acides fumarique, citrique, malique et lactique. Mannite.
Peziza vesiculosa	La plante. *Sullivan.*		
Tuber cibarium	La plante. *Riegel.*	....	Acides fumarique, citrique et malique. Mannite.
Sphacelia segetum (ergot du Seigle)	Distillé avec l'eau et la potasse, il donne un alcali volatil (probablement de la triméthylamine). *Winkler.*	....	D'après le docteur Léveillé, l'ergot du seigle ne consiste pas seulement en une petite plante parasite, le *Sphacelia segetum*, mais il comprend aussi le grain du Seigle altéré dans sa composition.

SUR

LES ZOOSPORES DES *CHROOLEPUS* AG.

ET LEUR TÉGUMENT,

Par M. le doct. Rob. CASPARY,
Professeur de botanique à l'université de Bonn.

(FLORA, *Journal de botanique de Ratisbonne*, ann. 1858, n° 36, pl. VI.)

[PLANCHE X.]

I. *Chroolepus aureum* Spr. γ *tomentosum* Kütz. (1).

Comme je me promenais, au mois de mai 1856, près d'Aix-la-Chapelle, sur les pentes ombragées de la Vieille-Montagne, dont les flancs recèlent, comme on sait, de si riches trésors de calamine, je rencontrai, à la surface humide des roches de calcaire devonien placées tant au nord qu'au nord-est et au nord-ouest, une forme particulière du *Chroolepus aureum* Spreng., que M. le professeur Kützing, auquel je la communiquai, reconnut être la variété qualifiée par lui de *tomentosum*. Cette plante, tout à fait inodore, recouvrait de grands espaces d'une couche plus ou moins interrompue, et dont l'épaisseur variait d'une demi-ligne à une ligne; sa couleur n'était pas le jaune doré, mais plutôt un brun orangé foncé; de sorte que l'épithète d'*aureum* ne lui eût pas convenu. Le gazon qu'elle formait était tantôt uniforme, tantôt rendu inégal par de petits pulvinules saillants d'une à deux lignes de diamètre.

(1) *Chroolepus aureum* Spr., *Fl. Halens.*, t. II (1832), p. 553. — Rabenh., *Deutschl. Kryptog.*, t. II (1847), p. 2, p. 88. = *Trentepohlia aurea* Mart., *Fl. crypt. Erlang.* (1817), p. 351 (pro parte). — Agardh, *Syst. Alg.* (1824), p. 37. = *Chroolepus aureum* γ *tomentosum* Kütz., *Phycol. gener.* (1843), p. 284; *Sp. Alg.* (1849), p. 426. — Rabenh., *Alg. Sachsens*, ed. 2 (1858), n° 693.

Observée au microscope, la plantule se montre composée de filaments pourvus de branches dressées et entrelacées, et chacune des cellules, qui, soudées bout à bout sur un seul rang, constituent ces filaments, mesure en longueur deux fois, rarement trois fois, leur épaisseur, que j'estime varier entre 0[ligne],008 et 0[ligne],0086. La paroi de ces cellules est incolore, mais partout accompagnée, à la manière du plus grand nombre des parois cellulaires, d'une sorte de revêtement transparent (fig. 1, *s*), qui devient surtout visible quand on affaiblit la lumière transmise en plaçant la main au-devant du miroir du microscope. Toutefois je ne saurais décider si cette apparence est réellement due à la présence de quelque matière, telle par exemple que la substance atténuée des couches les plus externes de la membrane utriculaire, ou si elle n'est qu'un pur phénomène d'optique comparable à celui auquel donnent lieu les particules de charbon ou les gouttelettes d'huile. La cellule terminale des filaments présente souvent un épaississement globuleux ou verruciforme, qui réfracte la lumière plus fortement que les autres parties de l'utricule ; et cette extrémité, habituellement marquée de rugosités transversales, se termine fréquemment elle-même en manière de papille (voyez les figures 1-3 et 5-9, *g*). Cette papille est le plus ordinairement très petite, et manque même parfois tout à fait (voyez fig. 14, *g*); en d'autres cas, elle se fait remarquer par sa grandeur, et est aussi longue que les filaments sont larges. Toute la cavité des cellules est remplie de matières grenues, habituellement d'un rouge brun; souvent aussi les granules intérieurs sont seuls ainsi colorés, et les plus extérieurs sont verts (voyez fig. 3 et 16, *a*, *b*, *c* ; fig. 17, *a*; fig. 18), double coloration déjà observée d'ailleurs chez quelques autres Algues, par exemple dans le ***Chlamydococcus pluvialis*** A. Br. et le ***Stephanosphæra pluvialis*** Cohn (voyez l'***Hedwigia***, t. I, p. 1, et le ***Bot. Zeit.*** de Berlin, t. XV [1857], p. 764). Les granules teints en rouge brun ne semblent être que des gouttes d'huile, car ils sont parfaitement globuleux, réfractent fortement la lumière, et peuvent s'unir et se confondre en de plus gros globules. L'iode leur communique une teinte obscure, qui semble d'un bleu sale. La potasse caustique, à froid, n'en dissout que

quelques-uns; la plupart résistent à cet agent et conservent leur couleur. La paroi cellulaire se colore légèrement par l'iode en violet sale (fig. 1) ou en brun pâle; l'extrémité rugueuse que j'ai décrite plus haut n'est au contraire nullement teintée. L'iode et l'acide sulfurique, employés ensemble, colorent en bleu la membrane cellulaire, mais en jaune seulement l'extrémité conique ou capitée des filaments (fig. 2). L'iode teint la même membrane cellulaire en violet foncé, si elle a été préalablement traitée à froid par la potasse caustique. L'acide sulfurique concentré dissout très rapidement cette membrane, aussi bien que l'extrémité rugueuse des filaments. Aucune cuticule n'est rendue visible par les réactifs dont j'ai fait usage. La paroi cellulaire offre les caractères chimiques d'une cellulose amyloïde; mais l'extrémité rugueuse semble faite d'une autre matière, peut-être de gélatine, car elle se comporte avec les réactifs comme les filaments gélatineux des cellules terminales des *Cylindrospermum*, et rappelle d'ailleurs par sa position et sa réfringence ces ornements apicilaires des Nostochinées.

Beaucoup de filaments sont terminés par une cellule globuleuse très renflée, et dans laquelle on reconnaît bientôt une cellule fertile ou génératrice de zoospores (fig. 3, *m*); parfois aussi une pareille cellule occupe-t-elle le milieu d'un filament (fig. 4, *m*). Il est beaucoup plus rare de voir l'utricule placé au-dessous d'elle, s'allonger latéralement en un filament qui la dépasse (fig. 14, *g*). Toutes les fois qu'elle est terminale, la cellule mère ou sporange porte latéralement (fig. 3, 5, 7 et 9), et plus rarement sur son sommet même, un appendice de nature gélatineuse, conique et souvent très développé (fig. 5, 7, 9, *g*). Quand les zoospores approchent du moment de leur mise en liberté, on voit distinctement l'endochrome ou contenu du sporange partagé en petites cellules ovoïdes (fig. 5), et la membrane de celui-ci offrir sur le côté, et plus ou moins près du sommet, une courte papille (fig. 5, 7, *p*). Si l'on humecte d'eau une petite quantité de filaments, et qu'on choisisse pour l'observation un sporange ainsi papillifère, il arrive qu'après quelques minutes la papille se rompt, et procure l'élargissement des zoospores, ou s'il n'en est pas ainsi, on attendrait

vainement plus longtemps, je dis même pendant plusieurs jours, la production du phénomène. Le contenu du sporange sort sous forme d'un utricule très distinct, bien limité, et que remplissent les cellules-spores (fig. 6, *k*; 8, *k*); quelquefois cependant cet utricule manque absolument (fig. 4). Peu d'instants après sa sortie, il éclate, gonflé sans doute par l'eau qu'il absorbe, et les zoospores se prennent aussitôt à se mouvoir avec vivacité dans tous les sens. Après leur disparition, les débris de l'utricule qui les contenait ne sont point brunis par la teinture d'iode ; sa paroi n'est donc pas faite d'une substance azotée, bien que gélatineuse. La membrane propre du sporange se comporte autrement avec le même agent qui la colore légèrement en violet sale. J'ai observé la sortie des zoospores entre neuf heures du matin et quatre heures de l'après-midi; c'est un phénomène sur lequel il m'a paru d'ailleurs que la lumière n'exerçait aucune action, tandis que la présence seule de l'eau le pouvait provoquer. Mes observations ont été faites en mai et juin 1856 et 1857.

Les zoospores sont des corps extrêmement petits ; leur longueur varie de trente-trois à trente-cinq dix-millièmes de ligne. Une matière grenue, d'un brun rougeâtre, remplit leur cavité, à l'exception de leur extrémité atténuée qui reste vide, et d'une transparence vitreuse; à cette même extrémité sont attachés deux cils, trois ou quatre fois aussi longs que le corpuscule lui-même, et au moyen desquels elle est dirigée en avant dans la marche de celui-ci. Cette progression est le résultat d'une gyration ininterrompue; elle est tellement rapide, que les zoospores ne sont bien visibles que s'ils rencontrent par hasard quelque obstacle à leur mouvement, ou si leur agilité commence à s'épuiser. Une solution concentrée d'iode ou d'iodure de potassium les prive de tout mouvement et les brunit entièrement, sauf leur rostre, qui demeure incolore et transparent ; les cils en sont aussi très peu teintés, mais ils deviennent cependant plus distincts. Dans les mêmes circonstances, on voit tout autour de la zoospore un bord transparent qui réfracte fortement la lumière (fig. 10, 11 et 12), et que l'on croirait dû à un revêtement gélatineux. Je ne puis cependant hasarder aucune opinion sur la nature de ce contour lumineux, qui rappelle

celui des grains d'amidon, et pourrait bien aussi n'être dû comme lui qu'à un pur phénomène d'interférence (1). Traitée par l'iode et l'acide sulfurique faible, toute la zoospore, sans en excepter son rostre et ses cils, se colore en brun foncé (fig. 13). Je me réserve de signaler plus bas, à l'occasion du *Chroolepus umbrinum*, les conséquences qui résultent du genre inusité d'action qu'exercent ainsi les réactifs sur le tégument des zoospores de l'Algue qui nous occupe.

Après que les zoospores se sont agitées pendant une heure environ, elles deviennent languissantes ; leur mouvement s'interrompt et se ranime alternativement plusieurs fois ; puis enfin elles tombent dans une complète immobilité, prennent une forme plus arrondie (fig. 15), pour s'allonger ensuite (fig. 16, *a*, *b*, *c*), et se partager bientôt après en deux cellules par une cloison transversale (fig. 17, *a*, *b*, *c*, *d*). Quelques granules d'un brun rouge demeurent habituellement à l'intérieur tant du sporange évacué que de l'utricule qui en est sorti (fig. 9, *k*). Souvent aussi quelques zoospores ne parviennent pas à quitter la cavité du sporange, et y germent parfois.

M. Kützing écrit dans ses *Species Algarum* (*loc. sup. cit.*), que la plante dont nous parlons ici se rencontre dans toute l'Europe sur les rochers et les murailles ; cependant elle ne semble pas si répandue. On la chercherait vainement autour de Berlin, même à une grande distance ; et, dans toute la Prusse rhénane, elle ne me paraît croître que sur la Vieille-Montagne. Il est vraisemblable qu'elle manque à la flore des plaines du nord de l'Allemagne, et qu'elle appartient à la végétation des montagnes peu élevées.

II. *Chroolepus umbrinum* Kütz. (2).

Je ne puis entreprendre de donner ici avec plus de détails que je le fais dans la note ci-dessous, la difficile synonymie du *Chroole-*

(1) Voy. mon *Mémoire sur les Hydrillées*, dans les *Ann. de bot. scient.* de M. Pringsheim, t. I, pp. 399 et suiv.

(2) *Chroolepus umbrinum* Kütz., *Phyc. gen.* (1843), p. 283, pl. VII, fig. II, 4, 5; *Spec. Alg.* (1847), p. 427. — Rabenh., *Deutschl. Kryptog.* (1845), t. II,

pus umbrinum Ktzg. (1); qu'il me suffise de dire que la plante que je désigne ainsi, et dont je me propose de faire connaître la propagation par zoospores, a été qualifiée du nom que je lui donne par M. le docteur Rabenhorst auquel je l'ai communiquée.

Le *Protococcus umbrinus*, que M. Kützing décrit à la page 146 de son *Phycologia germanica*, et qu'il a figuré dans ses *Tabulæ phycologicæ*, t. I, p. 1, n° 5, pl. I, n'est point la plante dont je veux parler. Ce sont à la vérité deux Algues qui se ressemblent par la forme, la couleur et le volume de leurs cellules constitutives ; mais comme le *Protococcus umbrinus* des *Tabulæ phycologicæ* se rencontre « dans les cavités des grès et des porphyres où l'eau des pluies s'amasse », tandis qu'au contraire le *Protococcus umbrinus* du *Phycologia generalis*, celui que j'ai observé, vit constamment sur l'écorce des arbres, on ne saurait douter que ces deux plantes ne soient différentes l'une de l'autre. La première n'est vraisemblablement pas autre chose que le *Chlamydococcus pluvialis* A. Br. à l'état de repos, car celui-ci, en effet, si l'on n'a égard qu'à ses cellules isolées, est très analogue par la forme, la couleur et le volume, au *Chroolepus umbrinum* qui croît sur les écorces. Le *Protococcus umbrinus* du *Phycologia generalis* a été depuis décrit par M. Kützing sous le nom de *Protococcus crustaceus* (*loc. cit.*). Quant au *Protococcus crustaceus* Cohn (in *Hedwigia*, t. I, p. 1), dont MM. Nising et Cohn ont décrit la propagation au moyen de zoospores, il n'est point identique, comme le croit M. Cohn, avec le *Protococcus umbrinus* de M. Kützing ou celui de M. Rabenhorst ; car la plante de M. Cohn possédant une odeur intense de violette, lorsque celle de MM. Kützing et Rabenhorst

p. 2, p. 87. = *Protococcus umbrinus* Kütz., *Phyc. gen.* (1843), p. 169, pl. VII, fig. II, 1, 2, 3 ; non *Spec. Alg.*, p. 203. — Rabenh., *op. cit.*, t. II, p. 2, p. 11. = *Protococcus crustaceus* Kütz., *Phyc. germ.*, p. 146. — Non Cohn in *Hedwigia*, t. I, p. 1.

(1) Dans une courte notice sur les zoospores du *Chroolepus umbrinum*, publiée dans les *Mémoires de la Société des naturalistes de la Prusse rhénane et de la Westphalie* (XIII, p. xcvi), j'ai regardé cette Algue comme identique avec le *Torula cinnabarina* de Martius et le *Syncelium catenulatum* de Wallroth ; mais je ne voudrais pas aujourd'hui garantir l'exactitude de ces rapprochements.

est complétement inodore, me semble plutôt devoir être rapportée au *Chroolepus odoratum* Ag. (voyez Rabenhorst, *loc. cit.*, p. 87; et Kützing, *Sp. Alg.*, p. 427). C'est par erreur que, dans une précédente notice, j'ai considéré l'Algue, sujet actuel de mes observations, comme étant le *Protococcus crustaceus* Cohn (*non* Kütz.) (1). Pour ce qui est du *Protococcus crustaceus*, dans lequel M. Stitzenberger a aussi vu des zoospores (*Hedwigia*, t. I, p. 78), on ne saurait conclure sûrement de la description qui en a été donnée, qu'il est le même que la plante homonyme de M. Cohn, car on n'a fait aucune mention de son odeur.

Le *Chroolepus umbrinum* forme sur l'écorce des arbres, principalement du côté du nord, de minces couches d'un rouge brun et inodores ; on le rencontre fréquemment autour de Bonn sur le tronc des Peupliers, des Pommiers et des Pruniers cultivés. Je l'ai trouvé près d'Aix-la-Chapelle, sur l'écorce du Sorbier des oiseleurs. Pendant les étés très chauds et très secs de 1857 et 1858, bien que le thermomètre à maxima de l'observatoire de Bonn ait marqué plus d'une fois 28° et 29° R., la couleur de cette petite plante ne s'est point affaiblie, même au plus fort de la sécheresse, et s'est toujours conservée d'un brun rouge. C'est vers la mi-juin de 1856 et à la fin de mai de 1857, que j'en ai observé les zoospores. En mai et juin 1858, après un printemps extrêmement chaud et sec, je n'ai pu réussir à les voir de nouveau, bien que j'aie examiné des échantillons recueillis en des lieux différents et sur diverses sortes d'arbres. Sans doute que le développement de ces corpuscules reproducteurs avait été empêché par la chaleur tropicale et la sécheresse inusitée dont notre pays avait souffert. Je n'ai jamais rencontré de zoospores à la fin de l'été, ni en automne. Pour les découvrir plus sûrement, il convient au préalable de renfermer pendant une nuit dans une boîte à herboriser, humectée intérieurement, les écorces qui portent la plantule.

Le *Chroolepus umbrinum* consiste en cellules globuleuses, ordinairement isolées, mais souvent aussi réunies deux à trois en-

(1) Voy. le *Bulletin quotidien* du 33° congrès des médecins et naturalistes allemands à Bonn, p. 43, et le *Rapport* sur les travaux de cette assemblée que j'ai inséré dans le *Botanische Zeitung* de 1857, p. 785.

semble (fig. 18 et 19), ou même quatre à sept. Je n'y ai jamais vu de filaments rameux, comme M. Kützing en figure (voyez son *Phycol. gener.*, loc. cit.). Les cellules globuleuses, ou presque globuleuses, varient en diamètre de soixante et onze à quatre-vingt-dix-huit dix-millièmes de ligne; leur membrane épaisse est faite de cellulose, car l'iode seul ne la brunit pas, tandis que, joint à l'acide sulfurique, il la colore en beau bleu (fig. 20). La surface de cette membrane est lisse, et je n'en ai jamais vu naître ces *fibres* que M. Kützing reproduit (*Phyc. gener.*, t. VII, fig. II, 4), et qui pourraient bien n'être que les filaments de quelque *mycelium* de Champignon, comme il m'est arrivé fréquemment d'en trouver mêlés au *Chroolepus umbrinum*, sans qu'ils eussent d'ailleurs aucun rapport organique avec lui. En écrasant dans l'eau les cellules de cette Algue, on reconnaît qu'elles renferment à la fois de grosses gouttes d'huile d'un rouge brun qui réfractent fortement la lumière, et de très petits granules teints aussi en brun rouge par une matière colorante inhérente, mais que l'iode colore en bleu sale, et qui conséquemment sont de nature amylacée. Il est digne de remarque que les gouttes d'huile reçoivent aussi de l'iode une teinte sombre de bleu sale.

Les zoospores des cellules isolées ne sont pas aussi abondantes que dans le *Chroolepus aureum*. Les cellules-mères de ces zoospores sont un peu plus volumineuses que les cellules stériles; mais elles ne s'en distinguent pas autrement. Les spores (fig. 21 et 22) sont plus grosses que celles du *Chroolepus aureum*, et mesurent en longueur de trente-quatre à quarante-deux dix-millièmes de ligne. Elles sont ovoïdes vues d'un certain côté (fig. 21), et aplaties dans le sens contraire (fig. 22); en nageant, elles tournent incessamment sur elles-mêmes. Leur contour présente aussi un bord transparent (fig. 21 et 22, *s*), duquel je ne saurais non plus dire s'il suppose une matière réellement existante, ou s'il est le fait d'une illusion optique. Ce bord persiste après que la spore a été traitée par l'iode seul ou par l'iode et l'acide sulfurique faible. L'extrémité antérieure des zoospores est incolore; leur partie postérieure, plus renflée, est remplie de matière grenue et rouge brun. Deux cils, deux ou trois fois aussi longs que le corpuscule

tout entier, adhérent à son rostre. Quand on traite les zoospores par l'iode, le rostre, à part son extrémité qui prend une teinte de bleu sale, demeure incolore et transparent (fig. 25 et 26). Si, après l'iode, on fait agir l'acide sulfurique faible, toute la cellule, y compris son extrémité antérieure et les cils, se colore en brun foncé, mais laisse voir par transparence un noyau intérieur d'un bleu sale (fig. 27).

Les zoospores du *Chroolepus umbrinum* se comportent donc avec les réactifs chimiques tout à fait de la même manière que celles du *Chroolepus aureum;* elles n'en diffèrent, ce semble, qu'en ce que leur contenu, grenu et rouge-brun, est faiblement amylacé, tandis que le noyau des autres est fait d'une matière que l'iode ne bleuit aucunement. Ce qu'il importe le plus de faire remarquer, c'est que le rostre transparent des unes et des autres n'est ni bruni, ni autrement coloré par l'iode (1). Or si l'on est fondé à conclure de la coloration en brun foncé, par l'iode, d'une substance organique donnée, que cette substance est azotée, on le sera pareillement à induire le contraire, si cette coloration ne se produit pas. Nous pouvons donc avancer que la membrane tégumentaire des zoospores des *Chroolepus* ne contient pas d'azote, au moins dans l'extrémité antérieure de ces corpuscules; et si je n'ai pu constater avec certitude que l'épispore tout entier se comporte avec l'iode de la même manière que le rostre, toutefois est-il permis de présumer qu'il en est ainsi effectivement. Je ne suis point parvenu, ni pour l'une ni pour l'autre des Algues dont je parle, à faire sûrement la part qui appartient à l'épispore et à l'endochrome dans la coloration artificielle de la spore, et, par suite, je n'oserais décider si, dans les zoospores du *Chroolepus aureum* dont le con-

(1) « Le corps de la cellule germinative, dit M. Al. Braun (*Ueb. die Verjung.* » *in der Nat.*, p. 166), se colore en brun foncé dans la teinture d'iode ; son » rostre hyalin, ordinairement manifeste pendant la période de motilité, de même » que l'utricule primordial qui, chez les plus petites zoospores, ne se distingue » pas de son contenu, prennent également part à la coloration, quoique parfois » d'une manière plus faible; de sorte que le corps entier paraît brun jusqu'à » son extrême surface. » Je puis confirmer ce fait en ce qui regarde l'*Ulothrix zonata* Kütz. et le *Draparnaldia plumosa* Ag.

tenu reste brun, tout l'épispore demeure incolore comme le rostre après l'action de l'iode. Mais comme la zoospore du *Chroolepus umbrinum* lui-même, traitée par une solution très concentrée (de la couleur brune du café) d'iode ou d'iodure de potassium, ne se colore qu'en bleu sale, à cause de son endochrome amylacé, et non point en brun, il semble plus vraisemblable que l'épispore des zoospores de nos *Chroolepus* est chimiquement tout entier de la même nature que son extrémité rostrale, qu'il ne brunit point par l'iode, et conséquemment qu'il n'est point azoté. Si l'on supposait avec M. Pringsheim que la membrane qui limite l'endochrome des zoospores est toujours faite de cellulose, on souscrirait à une opinion que contredit parfois, ainsi que nous venons de le voir, l'action qu'exercent sur cette membrane et l'iode et l'acide sulfurique. Il est difficile de pénétrer plus avant dans la connaissance de sa constitution élémentaire, en l'état présent de la chimie microscopique. Cependant nous voici maintenant en possession d'un fait nouveau et intéressant en ce qui touche la nature de ce tégument des zoospores que l'on avait toujours vu jusqu'ici coloré par l'iode, et que l'on tenait pour azoté dans toutes ses parties. Comme il en est autrement chez les *Chroolepus*, sûrement quant au rostre et probablement quant au reste de l'épispore, on ne saurait assimiler celui-ci à une cellule primordiale, du moins en tant que l'iode ne le colore point. Sans doute que la membrane de cellulose dont se revêtent ultérieurement les cellules du *Chroolepus* existe déjà chez les zoospores au temps de leur agilité, mais qu'en raison de son etat rudimentaire elle n'offre alors ni la consistance, ni les caractères chimiques que nous lui découvrons plus tard, et que, si nous ne savons pas reconnaître sa nature initiale et lui donner un nom, nous devons nous en prendre seulement à notre ignorance des propriétés des membranes végétales, et des modifications ou altérations diverses qu'elles subissent dans le cours de leur développement. On doit d'autant moins s'étonner de trouver dans une zoospore une membrane douée de propriétés insolites, et susceptible de devenir plus tard une paroi de cellulose, qu'il existe encore d'autres Algues chez lesquelles les membranes cellulaires présentent aussi des caractères chi-

miques très peu ordinaires, bien qu'on n'en ait pas tenu compte jusqu'à présent. Ainsi la membrane des cellules de l'*Oscillaria Okeni* Kütz., que j'ai observée à Berlin, qu'elle soit traitée par l'iode seul ou par l'iode et l'acide sulfurique, même après ébullition dans la potasse, reste complétement incolore. Son insensibilité à l'action si connue de ces agents pourrait donc porter à croire qu'elle n'est pas formée de cellulose; cependant M. Payen a donné d'une certaine Oscillaire une analyse quantitative, prouvant que ses membranes cellulaires étaient faites de cellulose (voyez Mulder, *Essai de chimie physiolog.*, p. 203). Le *Tetraspora bullosa* et le *Nostoc Wallrothianum*, même après ébullition dans un alcali, ne montrent point en présence de l'iode, ou de l'iode et de l'acide sulfurique, la réaction caractéristique de la cellulose, et ne se colorent aucunement; au contraire, la membrane gélatineuse du *Nostoc commune* bleuit par l'iode et l'acide sulfurique, et doit être tenue pour constituée par de la cellulose. La membrane du *Tetraspora bulbosa* et celle du *Nostoc Wallrothianum* se dissolvent en trois ou cinq minutes dans la potasse bouillante; le *Nostoc commune* exige un quart d'heure. Il est pourtant vraisemblable que la matière constitutive des membranes cellulaires des deux premières de ces Algues n'est pas autre chose que de la cellulose modifiée dans sa manière d'être ordinaire. L'iode et l'acide sulfurique, même après ébullition dans un alcali, ne font pas reconnaître davantage les caractères habituels de la cellulose dans la jeune membrane des zoospores du *Draparnaldia plumosa*, aussitôt la cessation de leurs mouvements. Cette membrane ainsi traitée reste incolore, sans cependant se détruire; son contenu (l'utricule primordial) se détache visiblement de sa paroi, prend une teinte brune, et se contracte irrégulièrement (1). M. Pringsheim (*Re-*

(1) M. Schacht a vu quelque chose de semblable dans les zoospores devenues immobiles de l'*Ulothrix zonata*. « Une solution iodée de chlorure de zinc, ou » l'iode et l'acide sulfurique associés, ne bleuissent pas, dit-il, d'une manière » appréciable, le contour de ces corpuscules; ils possèdent donc probablement » déjà une mince enveloppe de cellulose, car leur contenu se dépouille fréquem- » ment d'un semblable tégument, sans perdre sa forme utriculaire. » (Voy. Schacht. *Pflanzenzelle*, p. 123.)

cherches sur la structure et la formation de la cellule végétale, p. 69) a trouvé au contraire, en usant du chlorure de zinc iodurė, que la paroi cellulaire des zoospores de l'*Œdogonium*, devenues immobiles, offre déjà les réactions distinctives de la cellulose. Chez plusieurs espèces d'Algues, telles que le *Draparnaldia plumosa* et le *Ceramium ciliatum* Ell., j'ai reconnu que les cellules, même les plus jeunes, des organes de la végétation ne bleuissent point par le seul emploi de l'iode, joint à l'acide sulfurique. Ces mêmes réactifs ne colorent directement en bleu que l'axe principal du *Draparnaldia plumosa ;* mais ils bleuissent ses branches après qu'elles ont bouilli dans la potasse. Les cellules très jeunes du *Ceramium ciliatum*, que j'ai étudié dans le comté de Cornouailles (Angleterre), ne bleuissent aussi par l'iode et l'acide sulfurique qu'après l'emploi à chaud de la potasse ; sans ce traitement préalable, les plus jeunes cellules des extrémités des rameaux, au nombre de vingt environ, restent brunes, et les cellules plus âgées bleuissent seules. Il résulte de toutes ces observations que la cellulose varie dans ses caractères chimiques, suivant l'âge et la nature des végétaux étudiés, et que l'on serait fondé à voir dans le tégument des zoospores des *Chroolepus*, ou tout au moins dans leur rostre incolore, une cellulose imparfaite, qui, pendant la période d'agilité de ces corpuscules, ne montre point les réactions chimiques accoutumées, tandis que les zoospores d'autres plantes ne seraient recouvertes que d'un utricule primordial azoté.

La membrane tégumentaire des zoospores du *Chroolepus umbrinum* est d'ailleurs si ténue, qu'aussitôt après leur mort, et la plupart périssent, elle disparaît en peu d'instants. Après l'agitation la plus prolongée, les zoospores s'affaissent sur la surface qui les porte, et c'est le plus petit nombre qui s'accroît en une cellule apte à végéter. Les granules bruns, qui forment l'endochrome de celles qui meurent, deviennent libres très peu de temps après qu'elles ont cessé de se mouvoir, et se répandent au loin et en tout sens, agités d'une trépidation moléculaire très vive. Leur diffusion dans toutes les directions (fig. 24) témoigne que la membrane qui les retenait ne s'est pas simplement rompue, mais qu'elle s'est réellement détruite

partout à la fois, et qu'il n'en est rien resté. Un petit amas de molécules, au milieu de granules épars, est tout ce qui subsiste de la zoospore anéantie, et la masse gélatineuse et plus transparente (*s*) qui entoure ce débris appartient à l'endochrome et non à l'épispore. Quand je traitais ce résidu par une teinture légère d'iode, les granules ne bleuissaient pas, mais les cils devenaient plus visibles (fig. 23); ceux-ci avaient manifestement résisté à la destruction plus longtemps que le tégument de la spore. Les granules offraient aussi un bord transparent *s* autour de leur noyau *k* (fig. 23, *b*). Je n'ai vu les zoospores des *Chroolepus aureum* et *C. umbrinum* se fixer nulle part, contrairement à ce qu'on observe facilement chez d'autres Algues. Ces corpuscules s'affaissent simplement sur un côté quelconque de leur surface, et c'est en cet état que les zoospores du *Chroolepus aureum* appliquées sur un verre objectif, et placées sous une cloche de verre dans une atmosphère humide, se multiplièrent sous mes yeux par subdivision de leur cavité en plusieurs cellules. J'ai vu dans le comté de Cornouailles les zoospores du *Chætomorpha ærea*, et plus tard (dans le comté de Norfolk) celles de l'*Ulothrix zonata* Kütz., se fixer aux corps voisins par un point déterminé, et durant un mouvement de gyration non interrompu.

C'est avec raison qu'Agardh a mis les *Chroolepus* au rang des Algues, et qu'il les a classés parmi les Confervoïdées. M. Kützing les a rapportés d'abord (*Phycol. gener.*) aux Chantransiées, et postérieurement (*Spec. Alg.*) aux Confervées. C'est effectivement parmi ces dernières, près des *Cladophora*, que me paraît devoir être leur place légitime. M. Nægeli (*Neuere Algensyst.*, p. 179) les classait parmi les Champignons, mais il condamne depuis longtemps ce rapprochement, ainsi qu'il l'a déclaré lui-même dans le dernier congrès de naturalistes qui s'est tenu à Bonn. L'histoire seule du sujet veut que je rappelle que M. Kœrber (*Syst. Lichen. Germ.*, p. 393) associe les *Chroolepus* aux *Ephebe*, aux *Byssus*, etc., et qu'il en fait une tribu de la classe des Lichens sous la dénomination de *Lichenes byssacei*.

De même que M. Stitzenberger, je n'ai pu trouver sur les écorces qui portaient le *Chroolepus umbrinum* la moindre trace

du *Lecidea parasema*, dans lequel, suivant M. Kützing (*Phycol. gener.*, p. 169) et M. Rabenhorst (*Deutschl. Krypt.*, II, II, p. 11) qui admet l'assertion sans plus ample informé, le *Protococcus umbrinus*, même à l'état sec et en herbier, se pourrait transformer. M. Cohn (*Hedwigia*, loc. cit.) semble accepter cette métamorphose comme un fait positivement constaté, et ne craint pas d'exprimer l'espoir que la découverte de zoospores dans le *Protococcus crustaceus* Kütz. (*Chroolepus odoratum* Ag.), qui ne serait que l'état gonidique de quelque Lichen, « démontrerait en même temps l'existence d'un nouveau mode de reproduction pour les gonidies des Lichens. » Malheureusement rien absolument ne justifie quant à présent l'identité prétendue du *Protococcus crustaceus* Cohn avec le *Lecidea parasema*, et jusqu'à ce qu'il en ait été fourni quelque commencement de preuve pertinente, ce serait perdre son temps et sa peine que de réunir contre une telle opinion, aussi étrange que gratuite, les objections qui se présentent en foule de tous côtés.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE X.

Les figures 1 à 9 sont grandies 379 fois; les fig. 10 à 13, la fig. 15 et les fig. 21 à 27 le sont quatre fois davantage ou 1516 fois; les fig. 14 et 18 à 20 sont vues sous un grossissement de 298 diamètres; enfin les fig. 16 et 17 sont grossies deux fois autant que les neuf premières, c'est-à-dire environ 758 fois.

I. *Chroolepus aureum*, var. *tomentosum* Kütz.

Fig. 1. Extrémité d'un filament traité par l'iode et coloré par cet agent en violet pâle et sale: *s*, bord transparent qui entoure le filament; *g*, sommité gélatineuse de la cellule terminale.

Fig. 2. Extrémité d'un autre filament traité par l'iode et l'acide sulfurique; sa membrane est bleuie, et son appendice terminal gélatineux est bruni; *s*, bordure diaphane qui accompagne la paroi cellulaire.

Fig. 3. Partie terminale d'un filament fertile: *m*, cellule mère des zoospores; *g*, papille gélatineuse comme celle indiquée de même dans les figures précédentes.

Fig. 4. Partie moyenne d'un autre filament fertile; *m*, sporange duquel les zoospores s'échappent sans être renfermées dans un utricule spécial.

Fig. 5. Portion d'un filament terminé par un sporange; *p*, papille par laquelle devront sortir les zoospores; *g*, appendice gélatineux fixé sur le côté de la cellule fertile.

Fig. 6. La même extrémité de filament, montrant en *k* de quelle manière sortent les zoospores renfermées dans une vésicule.

Fig. 7. Autre extrémité fertile. La papille *p* est plus latérale que dans la figure précédente; l'appendice *g* est placé au sommet même de la cellule mère ou sporange.

Fig. 8. Les mêmes objets vus à l'instant où les zoospores sortent de la cellule mère, enfermées dans une vésicule globuleuse.

Fig. 9. Filament terminé par un sporange évacué depuis dix minutes; *k*, débris de la vésicule qui contenait immédiatement les zoospores; il s'y joint des granules bruns qui appartenaient à l'endochrome du sporange, sans être renfermés dans les zoospores.

Fig. 10, 11 et 12. Zoospores tuées par l'iode et dont l'extrémité antérieure ou rostre est incolore; *s*, marge lumineuse qui entoure chacun de ces corps.

Fig. 13. Autre zoospore traitée par l'iode et l'acide sulfurique; *s*, bordure hyaline.

Fig. 14. Filament dans lequel la cellule sous-jacente au sporange *m* s'est allongée latéralement en un fil qui dépasse celui-ci.

Fig. 15. Zoospores devenues immobiles et arrondies; je les observai du 28 au 30 mai 1856.

Fig. 16. *a*, *b*, *c*, les mêmes zoospores vues le 13 juin 1856; elles se sont allongées et se préparent à recevoir des cloisons.

Fig. 17. *a*, *b*, *c*, *d*, autres zoospores, toutes du même âge, et constituant déjà autant de jeunes individus de *Chroolepus aureum*, bi- ou tricellulaires.

II. *Chroolepus umbrinum* Rabenh.

Fig. 18 et 19. Individus adultes bi- ou tricellulaires.

Fig. 20. Deux individus unicellulaires dont la membrane a été bleuie par l'iode et l'acide sulfurique.

Fig. 21. Zoospore vue du côté aplati et le plus large.

Fig. 22. La même, vue dans le sens contraire.

Fig. 23. *a*, zoospore détruite dont le contenu granuleux s'éparpille sous l'effet d'une trépidation moléculaire, et dans une teinture d'iode très faible; *s*, bordure transparente qui entoure les débris de l'endochrome contractés par l'iode;

b, quelques granules de cet endochrome dessinés à part ; *k*, leur noyau brun ; *s*, la marge hyaline de celui-ci ; *d*, *e*, cils de la zoospore.

Fig. 24. Autre zoospore qui s'est détruite dans l'eau ; ses cils ne se voient point parce qu'on n'a pas employé la teinture d'iode ; *s*, masse gélatineuse qui entoure les débris de la cellule.

Fig. 25 et 26. Zoospores colorées intérieurement en bleu sale par l'emploi d'une teinture d'iode concentrée : cette coloration appartient à leur noyau granuleux et s'aperçoit au travers de leur tégument, dont l'extrémité antérieure est brune ; *s*, contour brillant de la cellule. On ne voit pas clairement si l'utricule primordial s'est ou non détaché de la paroi interne de la membrane tégumentaire.

LES

HYDRILLÉES (*ANACHARIDÉES* ENDL.),

Par le docteur Robert CASPARY,

(Traduction et analyse.)

(*Annales pour la botanique scientifique*, éditées par le docteur N. PRINGSHEIM, t. I, 3e cahier, 1858, gr. in-8; Berlin *.)

La plante du lac de Damm, près de Stettin, à laquelle Koch a donné le nom d'*Udora occidentalis*, m'avait inspiré, avant même que je l'eusse vue, un vif intérêt, à cause de sa remarquable distribution géographique, qui est telle que, se trouvant en Allemagne dans une seule localité, où on ne l'a jamais observée en fleur, elle ne se retrouve plus, selon Koch et d'autres botanistes, que fort loin dans l'Amérique du Nord. A ma prière, M. Seehaus, professeur à l'école française de Stettin, a eu la bonté de m'envoyer à Berlin, en 1852 et 1853, et à différentes époques de l'année, des échantillons frais de cette espèce. L'étude que j'en ai faite non-seulement m'a fourni des résultats intéressants sous le rapport de l'anatomie et de la morphologie, mais encore m'a montré, par une comparaison attentive avec les autres Anacharidées, l'inexactitude de l'opinion de Koch, selon laquelle le *Serpicula occidentalis* Pursh (*Udora occidentalis* Koch non Pursh) serait identique avec la plante de Poméranie; elle m'a également appris que la plante du lac de Damm n'a pas ses congénères vers l'ouest, en Amérique, mais plutôt dans la direction opposée, vers l'est,

* Dans tout ce qui va suivre, les parties comprises entre des parenthèses sont purement analytiques; tout le reste est une traduction dans laquelle seulement l'étendue considérable du mémoire original (135 pages d'une édition grand in-8 compacte) a déterminé à supprimer çà et là les passages les moins importants et quelques digressions. (NOTE DU TRADUCTEUR.)

comme M. Reichenbach père l'avait dit, en Prusse, où M. Sanio l'a découverte à Lyck pendant l'automne de 1856, dans les Indes orientales, à Ceylan, en Chine, à Java et dans la Nouvelle-Hollande. Comme on ne peut rechercher les affinités de la plante de Stettin qu'en s'appuyant sur ses organes végétatifs, puisqu'elle ne fleurit pas, il est indispensable d'examiner à fond les mêmes organes dans toutes les plantes voisines. C'est ce que je désire qu'on veuille bien prendre en considération pour qu'on ne pense pas que je me suis trop étendu à ce sujet sans nécessité. Ainsi qu'on le verra, la confusion qui a été introduite, postérieurement au travail de Richard sur les Hydrocharidées, parmi les Hydrillées en général, et plus particulièrement dans les genres *Elodea* et *Anacharis*, est si grande, que je serais conduit fort loin si je voulais discuter tout ce qui a été fait jusqu'à ce jour sur ce sujet.

En recherchant la place que doit occuper la plante de Poméranie parmi les autres Hydrillées, je me base sur la supposition que *les végétaux qui ne diffèrent nullement les uns des autres pour les organes végétatifs, sous le rapport de l'anatomie et de la morphologie, ne diffèrent pas non plus pour les organes de la fleur et du fruit, et appartiennent à la même espèce.* Vu l'état peu avancé de nos connaissances sur l'anatomie des plantes et des familles, on ne peut étayer cette supposition que de quelques preuves puisées çà et là; mais du moins aucun fait à ma connaissance ne la contredit. Au reste, par leurs organes végétatifs, qui ont été l'objet principal de mes études, les Hydrillées doivent être rangées parmi les plantes les plus intéressantes dont puissent s'occuper les anatomistes, les morphologistes, les physiologistes, et je désirerais que mon travail déterminât des observateurs à les étudier avec soin à l'état vivant, autant que possible sur place, surtout quant à leurs fleurs qui sont d'une extrême délicatesse, et dès lors très faciles à mutiler. Malheureusement je n'ai pu en voir que deux espèces vivantes, et, pour l'une et l'autre, uniquement l'herbe. Je n'ai pas pu examiner une seule fleur fraîche, et cependant, dans la plupart des espèces, l'examen des échantillons secs est insuffisant pour l'étude des parties délicates. Même pour l'anatomie des parties végétatives, des échantillons secs ne suffisent pas, bien que M. Chatin (*Anatomie comparée des végé-*

taux, Paris, 1856, p. 21 et suiv.) ait cru pouvoir employer uniquement des matériaux de ce genre, souvent il est vrai avec peu d'avantage, pour l'étude anatomique de la tige et des feuilles des Anacharidées (1).

Genre HYDRILLA Richard.

Je m'occuperai d'abord de la plante du lac de Damm.

Udora occidentalis Koch.

1. Localité.

Le lac de Damm, seul point de l'Allemagne où se trouve l'*Udora occidentalis* Koch, est un élargissement en forme de lac que forme l'Oder au-dessous de Stettin, à un demi-mille de cette ville, sur la rive gauche du fleuve, au-dessus de l'endroit où il reçoit l'Ihna. L'eau en est douce; son extrémité septentrionale se trouve à un mille de l'embouchure de l'Oder dans la baie de Stettin et à 6 milles de la Baltique. Les échantillons que M. Seehaus m'a envoyés ne provenaient pas de la localité connue dans le voisinage du Bodenberg, mais d'un point situé plus à l'ouest. La plante se trouve, m'écrivait M. Seehaus, à 6–8 pieds sous l'eau, dans la vase formée

(1) Quant à la question de priorité avec M. Chatin, je ferai remarquer que mon travail était déjà rédigé en majeure partie sous sa forme actuelle dès le printemps de 1853. Au printemps de 1854, j'y ai ajouté l'anatomie de l'*Anacharis Alsinastrum;* mais j'en ai différé la publication, parce que j'espérais pouvoir examiner les grands herbiers de Paris et de Londres, ce que je n'ai pu faire qu'à l'automne de 1856, l'Académie des sciences de Berlin m'ayant fourni alors les moyens de me rendre dans ces deux capitales. Le 20 décembre 1853 (*Botan. Zeitung*, 1854, p. 56), j'ai fait une communication à la Société des naturalistes sur la plante du lac de Damm; j'en ai fait une autre à la Société d'horticulture, le 2 avril 1854 (*Verhandl. der Vereins z. Befoerd. der Gartenbaues in Preussen*, 1854, p. XXVIII), sur l'*Anacharis Alsinastrum* et sur la plante de Poméranie; dans l'une et l'autre, j'ai signalé les principaux faits anatomiques et morphologiques qui, à la vérité, n'ont pu trouver place dans les courts résumés qui ont été publiés. J'ai indiqué très succinctement la structure de la tige de la plante de Poméranie dans le *Botanische Zeitung* de 1853, p. 805. Je n'ai eu connaissance du travail de M. Chatin qu'en janvier 1856.

d'une argile bleuâtre. On ne peut la distinguer en regardant d'en haut, ce qui en rend la recherche très difficile. On la trouve aussi cependant dans des endroits moins profonds. Au mois de mai, M. Seehaus a trouvé les plantes très jeunes; elles étaient complétement développées en juillet. Au milieu d'août, la tige en devient cassante, et le vert foncé qui la colorait ainsi que les feuilles devient sale et brunâtre. Les échantillons que j'ai reçus le 19 août 1852 ne pouvaient déjà plus servir pour des études anatomiques, la plante étant alors près de se décomposer, par cela seul que telle est la marche habituelle de sa végétation. En octobre 1851, M. Seehaus n'a trouvé que de simples fragments de tiges brisées qui étaient en voie de décomposition. On n'en a jamais vu ni la fleur ni le fruit, bien que depuis qu'elle a été découverte par Rostkow, qui en a parlé en 1824 dans le *Flora sedinensis* publié par lui en commun avec Schmidt, on l'ait fréquemment récoltée, surtout vers le milieu de l'été, lorsqu'on pouvait le plus espérer de la trouver fleurie. On a essayé de la cultiver pour la faire fleurir. Entre autres, M. Gust. Fintelmann, jardinier en chef à l'île des Paons, près de Potsdam, l'a cultivée, il y a quelques années, pendant un an et demi. L'ayant reçue en juillet, il la mit dans un baquet avec de la vase et la tint dans une cave pendant l'hiver suivant. Les pieds en étaient en très bon état le second été, mais ils périrent pendant le second hiver. Dans le jardin botanique de Schœneberg, on a cultivé plusieurs jeunes pieds que j'avais reçus de M. Seehaus le 3 juin 1853, et qui ont péri pendant l'hiver suivant. Cette plante se montre toujours fort délicate.

2. Tige de la plante du lac de Damm.

Elle est arrondie, épaisse de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de ligne de Paris, et longue, en moyenne, de 1 pied à 1 pied et demi; la plus longue que j'aie vue, et que je possède, a 38 pouces de longueur, et elle a été plus longue encore, puisqu'elle ne porte presque pas de racines dans le bas. Elle est ascendante, et elle s'enracine à ses nœuds inférieurs; elle est verte en majeure partie, et il n'y a que ses entre-nœuds les plus bas et les plus âgés qui soient bruns et sans

chlorophylle, de même que les feuilles inférieures, qui sont réduites à l'état d'écailles. Çà et là il sort de la tige un rameau axillaire ; dans un verticille foliaire, on ne voit généralement qu'une feuille ayant une branche à son aisselle ; plus rarement deux ou même trois possèdent chacune la leur. De l'aisselle de la feuille embrassante la plus basse (pl. XII, fig. 18, K, et 19, K) de la branche (fig. 18 et 19, B), sort souvent un rameau (fig. 18 et 19, C) dont la feuille inférieure a aussi un ramule à son aisselle (fig. 19, D), de telle sorte qu'il semble sortir d'une aisselle unique (fig. 18 et 19, E) deux ou trois rameaux qui cependant appartiennent en réalité à des feuilles différentes et sont de différents degrés. Dans le centre de la tige (pl. XI, fig. 8 et 9, *c*) se trouve un faisceau de cellules allongées dont le diamètre est d'environ $\frac{1}{111}$ de ligne. La longueur de ces cellules égale de 8 à 40 fois leur diamètre ou même davantage ; elles sont presque cylindriques, non terminées en pointe, mais bien par une cloison presque horizontale ou peu oblique. Elles contiennent une substance en grains extrêmement petits, grise, trouble, qui se colore en rose-rouge sous l'action du sucre et de l'acide sulfurique, en brun foncé par l'iode, qui, par conséquent, est azotée. Ce cordon de cellules allongées constitue les *vasa propria* de M. Mohl. Ce savant dit lui-même dans son mémoire sur les cellules grillagées (*Botan. Zeitung*, 1855, p. 893), que cette expression n'est pas convenable, sans dire cependant pourquoi ; mais il montre que, dans plusieurs Monocotylédons, les cellules les plus larges des *vasa propria* sont grillagées, et que dès lors cette portion des *vasa propria* appartient au liber. Il en reste néanmoins une portion, savoir, les cellules plus étroites qui, même dans les Monocotylédons dans lesquels M. Mohl a trouvé les cellules grillagées, ont « la paroi toujours unie ». On ne peut pas donner à celle-ci le nom de cellules grillagées. Or, dans un grand nombre de plantes, les *vasa propria* ne sont constitués que par ces cellules à parois lisses, et nullement par des cellules grillagées. C'est ce qui a lieu dans la plante du lac de Damm, dans l'*Anacharis Alsinastrum*, les *Naias major*, *minor*, *flexilis*, les *Lemna gibba*, *minor*, *trisulca*, le *Victoria regia*, l'*Euryale ferox*, les *Nuphar luteum*, *pumilum*, *advena*, les *Nymphæa Lotus*,

rubra, *micrantha*, et les autres espèces du même genre, dans le *Ceratophyllum demersum*. Dans tous ces cas, le contenu de ces cellules se colore en brun plus ou moins foncé sous l'action de l'iode, en rose rouge sous celle du sucre et de l'acide sulfurique. Ces cellules renferment donc toujours des matières protéiques. Dans aucun des cas que j'ai observés, je n'ai vu que les cloisons fussent dirigées transversalement, ni que les cellules fussent réunies en tubes, comme cela se voit dans les vaisseaux propres. Dès lors ce dernier nom ne convient pas à ces cellules, à cause du défaut de perforation de leurs cloisons, pas plus que celui de vaisseaux ne convient aux cellules ligneuses des Conifères. Mais on ne peut douter que les cellules dont il s'agit ne se distinguent de leurs voisines, dont la cloison n'est pas non plus perforée, par ce fait que leur longueur plus considérable les rend propres à conduire la séve. Comme elles renferment toujours, souvent au point d'en être entièrement remplies, des matières protéiques, par conséquent élaborées, qui sûrement n'ont pas été produites sur place, il en résulte une confirmation de l'hypothèse émise par M. Mohl que ces cellules appartiennent au système de la séve descendante. Devant parler souvent de ces cellules, je crois convenable de leur donner un nom; celui de *vasa propria* ne leur convient pas plus que celui de cellules grillagées (*Gitterzellen*), et l'on ne peut non plus, comme l'a montré M. Mohl, leur appliquer celui de cellules du cambium qu'emploient Mirbel, M. Schleiden et autres. Me basant sur ce qu'il est vraisemblable qu'elles conduisent la séve élaborée, je les nomme *cellules conductrices* (*Leitzellen*, *cellulæ conductrices*). M. Chatin (*Comptes rendus*, séances du 24 septembre et du 29 octobre 1855, *Anat. comp.*, p. 17 et suiv.), qualifie le cordon formé de ces cellules dans les Anacharidées, et généralement dans les Hydrocharidées dépourvues de vaisseaux, de faisceau fibreux constituant seul le système ligneux de ces plantes. On ne peut cependant, pour plusieurs motifs, regarder ces cellules comme appartenant au bois : d'abord à cause de la grande minceur de leurs parois, qui ne sont pas non plus lignifiées chimiquement, puisque l'iode et l'acide sulfurique les bleuissent, quoique parfois difficilement, comme dans les *Nym-*

phæa ; en second lieu, à cause de leur contenu azoté, qui prouve qu'elles ont un tout autre rôle physiologique que les cellules ligneuses, celles-ci n'étant jamais remplies de substances azotées lorsqu'elles sont complétement formées ; en troisième lieu, à cause de leur forme, qui est presque parenchymateuse, avec les cloisons presque horizontales ou faiblement obliques, et non aiguë à la manière du prosenchyme, comme on le voit pour les cellules ligneuses.

La plante du lac de Damm a, comme les Anacharidées en général, dans sa tige adulte, un seul faisceau central de cellules conductrices, sans vaisseaux spiraux ni annelés ; ce faisceau entoure un canal central (pl. XI, fig. 8, *c*), que j'ai vu circonscrit par onze cellules faisant toutes saillie dans sa cavité par leur paroi convexe. On trouve un canal central analogue dans les *Naias*, dans le *Zannichellia palustris* et dans le *Ceratophyllum demersum*. Dans la tige adulte de ces plantes, il semble, tout à fait de même que dans l'*Udora occidentalis* Koch, être un espace intercellulaire, et il ne paraît pas provenir d'une file centrale de cellules plus développées que les autres ; cependant l'analogie avec l'*Anacharis Alsinastrum* me fait penser qu'il est dû à une file centrale de cellules, et même qu'il a été primitivement un vaisseau qui, comme il arrive dans cette dernière espèce, s'est détruit de très bonne heure (voy. l'anatomie de la tige de l'*Anacharis Alsinastrum*). Malheureusement je ne puis maintenant décider cette question. Je n'ai jamais trouvé nettement la gaîne protectrice (voy. pour ce mot l'anatomie de la tige de l'*Anacharis Alsinastrum*) dans la plante de Poméranie, mais j'en ai vu des indices sur quelques coupes. Il n'existe pas de moelle ; même les cellules qui entourent la lacune centrale ayant, sur leur section transversale, les mêmes dimensions que les autres du faisceau de cellules conductrices, il en résulte qu'on ne voit pas cet indice de moelle qu'on observe dans l'*Anacharis Alsinastrum* et dans le *Naias major* où les cellules adjacentes à la lacune sont plus grandes que les autres. Le *Ceratophyllum demersum* a une moelle bien développée et composée d'un parenchyme à fécule. Dans la plante de Stettin le faisceau de cellules conductrices est entouré d'un parenchyme allongé (pl. XI, fig. 8, P, P), que je qualifie d'écorce, parce qu'il en occupe la place, bien qu'il n'y ait pas ici d'opposition

avec la moelle. La largeur des cellules de ce parenchyme est à leur longueur comme 1 : 5 — 12; elles sont longues de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{8}$ de ligne; les internes renferment, dans un liquide incolore, de petits granules protéiques; les externes contiennent quelque peu de chlorophylle. La couche cellulaire la plus extérieure de la tige, qui occupe la place de l'épiderme, est formée de cellules du même parenchyme, qui sont seulement plus courtes (de $\frac{1}{16}$ à $\frac{1}{7}$ de ligne), qui contiennent également de la chlorophylle et aussi un peu de matière azotée, puisque le sucre et l'acide sulfurique colorent légèrement en rose rouge cette seule couche externe de la plante adulte. Il n'y existe pas de stomates. On n'y observe pas de couche cellulaire dépourvue de chlorophylle c'est-à-dire de véritable épiderme, pas plus que dans les plantes ou parties de plantes submergées en général, par exemple, dans la tige et la feuille des *Naias major*, *minor*, *flexilis*, dans le *Ceratophyllum demersum*, le *Zannichellia palustris*, les *Potamogeton lucens*, *prælongus*, la tige du *P. natans*. M. Treviranus est le premier (*Verm. Schriften*, 1821, IV, p. 76; *Physiologie*, I, p. 460) qui ait reconnu que l'épiderme manque dans le *Potamogeton crispus*, au moins à la face inférieure des feuilles, et qui en ait présumé l'absence dans les feuilles submergées en général; plus tard M. Brongniart à démontré cette absence de l'épiderme sur les feuilles submergées d'autres plantes (*Rech. sur la structure et les fonctions des feuilles*, *Ann. des sc. nat.* 1830, XXI, p. 442). M. Chatin se trompe donc lorsqu'il attribue à ce dernier botaniste la découverte de ce fait (*Compt. rendus*, XI, 1854, p. 1047). Les feuilles nageantes, comme celles des *Nymphæa*, ont à leur face inférieure une couche de cellules sans chlorophylle, ou un épiderme, mais sans stomates.

Tout autour du faisceau de cellules conductrices, le parenchyme se dissocie pour former de petits canaux irréguliers que limitent trois à cinq cellules; en outre, dans le milieu de l'espace qui s'étend entre la couche cellulaire la plus externe et le faisceau de cellules conductrices, se trouve, dans l'écorce, ordinairement *un* cercle d'autres canaux beaucoup plus grands, dont la section est ovale ou arrondie, et dont chacun est circonscrit par treize à dix-huit cellules (pl. XI, fig. 8, *g*). Entre ces canaux et la cuticule de la

tige, on voit une à quatre couches de cellules parenchymateuses, une ou deux, le plus souvent deux, vers le milieu de l'entre-nœud, trois ou quatre dans le voisinage des nœuds. Fréquemment il se produit non-seulement un, mais encore deux cercles de canaux, le second de ceux-ci étant dû à l'agrandissement que subissent des méats intercellulaires (pl. XI, fig. 8, *l*). On peut suivre aisément dans les entre-nœuds jeunes la formation des canaux. Entre quatre cellules se produit par simple dislocation un méat intercellulaire; les quatre cellules qui l'entourent se multiplient, selon la direction rayonnante, en cinq, huit, neuf, treize, quatorze, quinze, même dix-huit, et le canal est formé.

Les entre-nœuds d'une tige adulte sont longs de $\frac{3}{4}$ de pouce à 3 pouces de Paris. Si l'on en suit un de bas en haut jusqu'à un nœud, on voit que ses cellules allongées s'arrêtent brusquement à ce dernier point; là, dans le faisceau de cellules conductrices, on observe une couche horizontale de cellules très courtes, globuleuses, peu transparentes, étroitement unies, et à la place des longues cellules du parenchyme de ce mérithalle, on voit une assise horizontale, plane, de cellules plus ou moins arrondies, qui laissent entre elles de grands méats, mais qui se touchent exactement dans le reste de leur étendue. Le point où le faisceau conducteur présente ces cellules raccourcies est celui d'où part le faisceau de cellules conductrices des feuilles, des racines et des branches axillaires; ce faisceau est également composé, à son origine, de cellules globuleuses, mais qui commencent à s'allonger vers l'extérieur dans l'épaisseur de l'assise plane, horizontale, du parenchyme cortical globuleux du nœud. Pour ce raccourcissement local de ses cellules, le faisceau conducteur se comporte absolument comme le font d'ordinaire les faisceaux vasculaires des Dicotylédons et Monocotylédons, dont les cellules sont plus courtes et ont généralement des parois plus épaisses aux nœuds d'où partent les feuilles, les rameaux et les fleurs, ou aux points d'où naissent des racines, que dans les entre-nœuds. Souvent les vaisseaux ne conservent que dans les nœuds leurs épaississements spiraux qui se rompent dans les entre-nœuds, ainsi que les épaississements annulaires, par l'effet de la distension qu'ils subissent, et qui sont ensuite ré-

sorbés soit en partie, soit totalement. Dans le *Zannichellia palustris*, les *Potamogeton prælongus*, *natans*, *lucens*, même dans les pétioles et les pédoncules de toutes les Nymphéacées (par exemple, du *Nymphæa alba*, du *Victoria regia*), on croirait n'avoir affaire, dans le milieu de l'entre-nœud du pétiole ou du pédoncule, qu'à des faisceaux de cellules conductrices, attendu qu'on n'y voit pas vestige de vaisseaux spiraux; mais on retrouve des vaisseaux spiraux et annelés parmi les cellules raccourcies des nœuds, ou aux points d'insertion des pétioles et des pédoncules. M. Schleiden a vu des vaisseaux spiraux, chez le *Zannichellia palustris*, dans toutes les parties jeunes, mais non dans les vieilles (1). M. Chatin dit (2) que, dans le *Zannichellia palustris* et dans l'herbe submergée de quelques *Potamogeton*, les vaisseaux que possédait la plante jeune disparaissent quelquefois complétement. Cette assertion n'est pas exacte; ils persistent toujours dans les nœuds de la tige de ces plantes. Les vaisseaux spiraux disparaissent également dans les entre-nœuds du *Salvinia natans;* de là vient que Bischoff (3) et M. Doell (4) ne les ont pas vus. M. Mettenius est le premier qui en ait démontré l'existence dans les nœuds de cette plante, là où naissent les feuilles, les branches ou les pédoncules (5); là ils ne disparaissent jamais, et l'on peut aisément se convaincre de leur existence. M. Trécul a montré que les vaisseaux spiraux se rompent par l'effet de la croissance, et disparaissent ensuite complétement dans le pétiole du *Nuphar luteum* (6) et dans le *Victoria regia* (7). Nous verrons plus loin que, même dans l'*Anacharis Alsinastrum*, et de là dans toutes les Anacharidées, la tige jeune renferme un vaisseau central pourvu d'épaississements en demi-anneaux, duquel partent des ramifications dirigées vers les feuilles dans l'intérieur de la tige; mais ces vaisseaux sont ensuite com-

(1) *Beiträge zur Botanik*, p. 215.
(2) *Comptes rendus*, 1854, p. 1046.
(3) *Kryptog. Gewächse*, 1828, p. 74.
(4) *Gefäss-Kryptogamen des Grossherzogthums. Baden*, 1855, p. 89.
(5) *Beiträge zur Kenntniss der Rhizokarpeen*, 1846, p. 46.
(6) *Ann. sc. nat.*, 3e série, 1845, t. IV, p. 336.
(7) *Ibid.*, 4e série, t. I, p. 150.

plétement résorbés, même dans les nœuds, pendant le développement de la tige.

Des tranches de la tige, un peu épaisses et coupées obliquement, montrent des raies parallèles sur les parois de toutes les cellules, à l'exception de l'assise la plus externe des cellules corticales et des cellules conductrices (pl. XII, fig. 15). Ces raies sont toujours limitées par deux lignes plus foncées. Des coupes longitudinales font reconnaître çà et là la cause de cette rayure ; elle consiste en ce que les parois longitudinales des cellules sont ondulées (pl. XII, fig. 16 et 17). Cette rayure des tranches horizontales a été observée d'abord par Hedwig dans la tige de la Courge ; elle a été vue ensuite par Mirbel dans la racine du Dattier, et par M. Planchon dans le parenchyme de plusieurs plantes ; mais ces deux derniers observateurs en ont donné une explication inexacte. J'en ai fait connaître la véritable nature dans le *Botanische Zeitung* pour 1853, p. 801 et suivantes, et en même temps j'ai signalé beaucoup de plantes, dans lesquelles on voit des raies produites par les ondulations des cellules. Je puis ajouter encore aujourd'hui les exemples suivants : *Hydrocotyle vulgaris* (parenchyme cortical de la tige), *Euryale ferox* (pétiole, côte, épines de la feuille), *Zannichellia palustris* (tige, même dans sa couche cellulaire la plus externe et sur sa paroi externe), *Tropæolum majus* (moelle de la jeune tige), *Adoxa moschatellina* (pétiole, moelle et écorce de la tige aérienne), *Neottia Nidus avis* (moelle de la tige), *Scirpus lacustris* (parenchyme cortical de la racine), *Anacharis Alsinastrum* (tige). J'ai vu aussi des indices de la même rayure dans toutes les autres Anacharidées, dont j'ai étudié la tige sur des échantillons secs. L'ondulation des parois des cellules est donc un fait commun. Pour la voir avec la plus grande netteté, on n'a qu'à examiner la couche sans chlorophylle du parenchyme de la face supérieure des feuilles d'*Echtia planifolia*, *stenopetala*, de *Dasylirium pitcairniæfolium*.

La tige de l'*Udora occidentalis* Koch présente le phénomène intéressant de la rotation du contenu cellulaire. Il s'est offert à moi dans toutes les cellules de la tige adulte, excepté dans les cellules conductrices, et dans celles de la couche la plus externe de

l'écorce. Le plan de rotation est radial (?). Au reste, le phénomène se montre comme dans les *Naias* et le *Vallisneria*, avec cette différence que le contenu cellulaire en rotation, dans la plante du lac de Damm, ne renferme pas de fécule, mais bien de la chlorophylle dans les assises cellulaires les plus externes, et des granules protéiques blanchâtres dans les internes. Le cytoblaste disparaît avant que la rotation commence.

Vers l'extrémité de la tige, les entre-nœuds deviennent peu à peu plus petits ; les cellules conductrices, ainsi que le parenchyme de l'écorce, diminuent de longueur, et la chlorophylle se perd graduellement ; énfin immédiatement sous le bourgeon terminal, les cellules de tous les entre-nœuds ne peuvent plus être distinguées de celles des nœuds, ni les cellules du parenchyme cortical des cellules conductrices ; toutes sont globuleuses ou faiblement polygonales, troubles, et remplies de granules blanchâtres. Le bourgeon terminal (pl. XI, fig. 1) est conique dans le bas ; plus haut, il est à peu près cylindrique, et il se montre dépourvu d'ébauches de feuilles à son extrémité, comme dans le *Ceratophyllum demersum*, le *Lycopodium clavatum* et l'*Anacharis Alsinastrum*. La portion libre est environ une fois et demie plus longue que large, et opaque à tel point que, même sous l'action de la potasse ou de l'acide sulfurique affaibli, qui souvent rendent visibles les tissus les plus obscurs, je n'ai pu en bien distinguer les cellules, et que, par suite, je n'ai pu les dessiner (fig. 1). Cependant, dans le diamètre médian de ce bourgeon terminal, j'ai compté environ treize cellules ; son accroissement ne provient probablement pas de la multiplication de la seule cellule terminale, il est trop épais pour cela, mais de celle de plusieurs cellules à la fois. Le sucre et l'acide sulfurique colorent en rouge rose le contenu de toutes les cellules du bourgeon terminal, sans exception, en y comprenant même celles du parenchyme cortical ; elles contiennent donc toutes uniformément, dans l'état jeune, des matières protéiques.

La tige de cette espèce ne présente pas de couche de cambium, de même que celle de beaucoup d'autres plantes, et elle ne croît pas en épaisseur. Elle s'accroît uniquement par le cambium terminal de son sommet ; on ne trouve pas non plus dans le bourgeon ter-

minal de couche de cambium en anneau concentrique, bien que M. Schacht en regarde l'existence comme un fait général.

3. Feuille de la plante du lac de Damm.

Elle est sessile. Les feuilles inférieures de la tige sont squamiformes et deltoïdes, les supérieures sont ovales ou oblongues; la plupart (pl. XI, fig. 7) sont lancéolées tirant vers la forme linéaire, avec les bords parallèles. Au sommet, elles se rétrécissent assez brusquement ou bien graduellement; elles sont dentées et mucronées. Les dents se relèvent au delà du bord de la feuille de 3-8 cellules ou davantage (pl, XII, fig. 16); seulement, à la base de la feuille, un petit nombre de dents ne dépassent le bord que d'une cellule. La cellule terminale de la dent est brune et arquée vers le sommet de la feuille. La feuille entière est longue de 2 à 8 lignes de Paris, le plus souvent de 5 à 7, et large de $\frac{3}{4}$ à 1 ligne; j'en ai vu aussi dont la largeur était de 1 ligne $\frac{1}{4}$. Le nombre des dents varie de huit à vingt-cinq pour chaque côté. La feuille fait avec la tige un angle plus ou moins aigu; elle est tantôt droite, tantôt recourbée au sommet, particulièrement à l'extrémité des branches. Elle n'a qu'un faisceau médian de cellules conductrices (pl. XI, fig. 6, *c*) sans vaisseaux; elle est constituée, comme le montre la coupe transversale (fig. 6), par deux assises de cellules, entre lesquelles il s'en ajoute une troisième près du faisceau médian, dans le voisinage duquel on voit aussi quelques lacunes intercellulaires remplies d'air (fig. 8, *a*, *a*, *a*, *a*). Les cellules allongées du faisceau conducteur contiennent des granules très fins, d'un gris verdâtre (matière protéique avec un peu de chlorophylle). Le parenchyme de la feuille renferme de la chlorophylle. Les cellules du bord, même les plus extérieures, contiennent autant de chlorophylle, ou seulement un peu moins que celles du disque même, et elles ne sont ni plus longues, ni plus étroites, tandis que les cellules marginales, dans la plupart des espèces d'*Elodea*, *Anacharis* et *Lagarosiphon*, sont plus longues, plus étroites, et moins pourvues de chlorophylle que celles du disque. Ainsi le caractère des cellules marginales permet seul de distinguer le genre *Hydrilla* de la plupart

des espèces des autres genres d'Anacharidées. De même que la tige, la feuille présente la rotation du contenu de ses cellules. Le plan de rotation concorde avec celui de la feuille; le contenu cellulaire tourne le long des parois latérales des cellules, et reste immobile le long des parois interne et externe. Les grains de chlorophylle se meuvent sur leur côté plat. Le contenu des cellules conductrices a aussi un mouvement vif, dont la direction est très différente et souvent opposée dans des cellules voisines. Je n'ai pas vu de courant dans les cellules jeunes pourvues encore de leur nucléus pariétal, à l'exception des cellules apicilaires des dents.

Quant au développement de la feuille, le sommet se forme le premier, la base est plus tardive; la portion la plus jeune du bord paraît être à la base des dents. Une section longitudinale du bourgeon terminal montre la forme extérieure des feuilles du premier degré en série progressive (pl. XI, fig. 1, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, *l*). L'opacité de ce bourgeon ne m'a pas permis de reconnaître si la première ébauche d'une feuille résulte d'une ou de plusieurs cellules. Le contenu des cellules de la jeune feuille est une substance protéique blanchâtre, finement granulée. La feuille, un peu plus avancée (celle qui vient après) (fig. 1, *b*), est déjà largement ovale; le contenu de ses cellules est plus transparent, et sa cellule terminale se relève manifestement; celle-ci devient ensuite la plus transparente et la plus grande de toutes (fig. 2, *d*). Le bord en est encore absolument sans dents. Une feuille un peu plus avancée se montre ovale-allongée, avec une cellule apicilaire plus longue que toutes les autres; ses dents commencent à faire saillie sur son bord, en commençant par son sommet (fig. 3). Alors on distingue déjà les cellules conductrices et le parenchyme; une ligne obscure indique la situation qu'occupera le faisceau conducteur. Alors aussi les cellules de l'extrémité supérieure (fig. 4) sont beaucoup plus allongées que celles de la base (fig. 5), tandis que dans la feuille adulte elles ont toutes la même longueur, et renferment également de la chlorophylle qui manquait d'abord vers la base de la feuille. Ainsi le contenu des cellules et leur longueur montrent que la base des feuilles se développe plus tard que leur sommet. L'examen des

dents d'une seule et même feuille donne les mêmes résultats. Les figures 11, 12 (pl. XI), 13 (pl. XII), en montrent différents états successifs, tels qu'on les observe sur une feuille à moitié développée, en allant de sa base vers son sommet. A sa base, il n'existe pas encore de dents, et les cellules renferment une matière granuleuse blanchâtre. A quelque distance de la base et avant le milieu de la feuille, on voit le premier indice de dents dans un renflement médian en papille (fig. 11, *a*), que forme vers l'extérieur la paroi de la cellule. Au milieu de la longueur de la feuille, le renflement qui constitue la dent naissante est beaucoup plus prononcé, et il se trouve sur la moitié de la cellule la plus rapprochée du sommet de l'organe (fig. 12, *d*) ; en outre, le contenu est maintenant verdâtre, et l'on y voit des filaments protéiques pariétaux qui partent du nucléus jusqu'alors isolé. Près du sommet de la feuille, la dent a déjà toute la largeur de la cellule qui lui sert de base (fig. 13, *d*), et celle-ci est soulevée au delà du bord par quelques autres cellules sous-jacentes. On y voit, de plus que dans les précédentes, des granules de chlorophylle. Enfin les dents de la feuille entièrement développée présentent (pl. XII, fig. 14) une cellule brune, arquée vers le sommet de l'organe, contenant un peu de chlorophylle à sa base, et reposant sur plusieurs autres (trois à huit et plus), avec lesquelles elle fait saillie au delà du bord. Le nucléus a disparu ici comme dans toutes les cellules, bien qu'il y persiste plus longtemps que dans les autres. Le contenu cellulaire se meut dans la dent non-seulement comme dans les autres cellules de la feuille, selon un plan, le long des parois latérales, mais encore le long des parois inférieure et supérieure. La grandeur des cellules et leur contenu, ainsi que le développement des dents du haut vers le bas, prouvent que la feuille, dans la dernière portion de son développement, s'accroît par sa base. Cela n'empêche pas toutefois d'admettre que, dans l'état très jeune, elle forme partout de nouvelles cellules, même dans la cellule apicilaire, ainsi que je l'ai vu dans la feuille de l'*Anacharis Alsinastrum*.

La feuille la plus basse de chaque branche est ovale et amplexicaule, mais on ne peut la qualifier d'engainante ; sur le premier axe secondaire, son ouverture est opposée à l'axe primaire

(pl. XII, fig. 18, *k*, 19, *k*); mais s'il se produit un axe du troisième degré dans l'aisselle de cette première feuille, la feuille inférieure de celui-ci a son ouverture tournée vers l'axe du second degré. La première feuille embrassante de l'axe du quatrième degré (fig. 19, *D*) a également son ouverture tournée vers l'axe du troisième degré. On ne peut douter cependant que l'ouverture ne soit primitivement opposée à l'axe, et que la suite seule du développement n'ait déplacé la première feuille des axes du troisième et du quatrième degré qui sont très étroitement juxtaposés. La côte unique de ces feuilles embrassantes prouve qu'elles n'ont pas été formées chacune par la confluence de deux, comme le sont celles des Nymphéacées. Cette unité est un caractère par lequel la plante du lac de Damm, et généralement le genre *Hydrilla*, diffèrent des *Elodea* et des *Anacharis*, qui ont deux feuilles latérales à la base des axes secondaires. Dans le genre *Lagarosiphon*, on trouve à la base de la branche une gaîne membraneuse, formée par la soudure de deux et même trois petites feuilles.

Les feuilles sont verticillées par 3, 4, 5, 6, 7, 8. Le premier verticille des axes secondaires, ou quelques-uns des premiers verticilles, ont seulement trois feuilles disposées selon $\frac{1}{3}$; les verticilles suivants, et même la plupart des verticilles, ont cinq feuilles disposées selon $\frac{2}{5}$. On voit souvent des verticilles de sept feuilles, présentant la disposition $\frac{3}{7}$; au contraire, on rencontre plus rarement des verticilles avec les nombres pairs 4, 6, 8.

Comme la tige, la feuille possède une cuticule. Si l'on traite un fragment de feuille et une tranche de tige par l'iode, et ensuite par l'acide sulfurique affaibli, la cuticule se montre nettement comme une membrane brune, cohérente, par-dessus le tissu cellulaire bleui. Je n'ai pu reconnaître l'existence de substance intercellulaire, bien que j'aie agi avec précaution au moyen de l'acide sulfurique affaibli.

4. Les stipules.

Dans l'*Udora occidentalis* Koch, il existe entre la feuille et l'axe deux stipules oblongues, presque linéaires, extrêmement petites,

puisqu'elles n'ont que $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{4}$ de ligne (pl. XI, fig. 7. *s*, *s*, et 10), situées à droite et à gauche de la côte de la feuille. Des stipules analogues, mais diverses de configuration, existent chez toutes les Anacharidées ; elles avaient échappé jusqu'à ce jour. On verra plus loin que leur forme est constante dans chaque genre, et que dès lors elle peut servir à la distinction de certains d'entre eux. Les stipules de la plante du lac de Damm sont bordées d'une frange composée de quatre à neuf cellules marginales allongées en prolongements cylindriques (fig. 10). La membrane de ces cellules brunit avec l'âge. Les stipules sont très délicates ; elles se détruisent de bonne heure, et l'on n'en voit plus de traces à 4 ou 5 pouces au-dessous du bourgeon terminal, tandis qu'on les trouve sous ce bourgeon. Elles sont formées uniquement de parenchyme sans vaisseaux, sans cellules conductrices. Beaucoup de plantes aquatiques indigènes possèdent de semblables stipules intrafoliacées fort petites, qui ont échappé aux observateurs : tels sont, entre autres, le ***Zannichellia palustris*** et le *Naias major.*

5. La racine.

Il n'existe pas de racines primaires, mais seulement des racines adventives; une, plus rarement deux ou même trois, sortent, souvent en même temps que la branche, entre la feuille et l'axe auquel elle appartient, et cela seulement à la base de la tige dans la plupart des cas (pl. XII, fig. 19, *u*, *v*, *w*). Ces racines atteignent jusqu'à 8 pouces de longueur sur une demi-ligne d'épaisseur ; elles ont un diamètre uniforme, et ne se ramifient pas. Je n'ai pu y découvrir de poils radicaux. D'abord blanchâtres, elles deviennent plus tard brunâtres. Comme la tige, la racine manque de moelle ; elle a un faisceau central de cellules conductrices entouré de parenchyme court, et ce faisceau présente à son centre un canal comme celui de la tige. Les cellules de son parenchyme cortical contiennent de très petits granules blanchâtres et un nucléus pariétal.

Une section longitudinale, passant par le milieu de son extrémité (pl. XII, fig. 20), fait connaître sa structure et son développement. La ligne *c* circonscrit le corps de la racine FGH; ABCD est la

piléorhize soudée avec l'extrémité N de la racine. Les couches de l'extrémité de la racine que désigne la lettre E forment la région où se produisent ses tissus, c'est-à-dire son ***point végétatif***. Le corps de la racine FGH montre à son centre le faisceau de cellules conductrices L entouré par l'écorce RR. Au point N où elles naissent, les cellules conductrices sont plus larges que longues; par la suite du développement, elles deviennent d'abord aussi longues que larges, enfin beaucoup plus longues que larges; il n'y a pas d'air entre elles. L'écorce RR comprend deux parties : une interne, de beaucoup la plus épaisse, qui renferme beaucoup d'air dans ses méats intercellulaires; et une externe GH, composée seulement de trois couches sans air interposé. La piléorhize ABCF est formée de neuf assises cellulaires, dont les quatre extérieures *a'*, *a*, *b*, *c* ont leurs cellules presque toutes plus longues que les intérieures, coiffent largement l'extrémité de la racine, et présentent des signes évidents de décomposition, surtout vers la base de la racine, tandis que les intérieures *d*, *d'*, *d''*, *d'''*, *d''''*, désignées toutes ensemble par D, ont leurs utricules plus raccourcis, et sont comme enchâssées entre les premières et le corps de l'organe. Les cellules de ces couches internes sont d'autant plus courtes, plus petites, plus délicates et d'apparence plus jeune, qu'elles sont situées plus à l'intérieur. Dans le point végétatif N, que recouvrent les neuf couches cellulaires de la piléorhize, les cellules des divers tissus de la racine se ressemblent toutes pour la forme et pour le contenu qui consiste en matières protéiques granuleuses, blanchâtres, et non transparentes. ***La racine naît aux nœuds de la tige, dans leurs couches supérieures, du faisceau conducteur***, qui, comme je l'ai dit, est formé là de cellules globuleuses. A la limite de ce faisceau se produit une petite masse cellulaire, dont le côté extérieur, peu convexe, refoule devant lui le parenchyme de l'écorce. Par la suite du développement, la jeune radicelle devient cylindrique avant de sortir de la tige, et elle détruit l'écorce située sur son trajet jusqu'à ce qu'elle se fasse jour au dehors. La radicelle offre, même avant d'avoir traversé l'écorce de la tige, l'ébauche du faisceau conducteur médian, et une écorce propre, qui ne se continue pas avec celle de la tige, mais qui va

se perdre, au moyen de ses cellules globuleuses, au milieu des cellules également globuleuses du tissu conducteur du nœud. C'est au-dessous des neuf assises corticales, situées sur l'extrémité propre de la radicelle, que se trouve le point végétatif. *La piléorhize naît de l'écorce propre de la radicelle*, parce que les couches externes de l'écorce cessent bientôt de se multiplier, et que le corps de la racine continuant de s'accroître au sommet, ces couches se rompent circulairement tout au-dessus des cellules conductrices du nœud, et sont ensuite entraînées par l'allongement de ce corps. Elle est rattachée à l'extrémité du corps de la racine, à l'état vivant, par l'intermédiaire du point végétatif sur lequel elle repose par un de ses côtés, tandis que ce même point continue à produire par ses autres côtés les différents tissus de la racine. Dès lors, la piléorhize ne provient pas, dans la plante du lac de Damm, de la couche épidermique de la tige, comme M. Klotzsch admet que cela a lieu dans les *Pistia* (1). La racine ne naît pas non plus dans l'écorce (2), mais elle prend naissance en dedans de l'écorce, dans le faisceau de cellules conductrices ; elle détruit même l'écorce sur toute son épaisseur. Je n'ai pas le moindre motif pour admettre que les couches externes de la piléorhize, qui se désorganisent, soient remplacées par d'autres formées à l'intérieur. Ce remplacement des couches extérieures de la piléorhize par les intérieures est admis par MM. Treviranus (3) et Schacht (4) ; mais Meyen (5) et M. Klotzsch (6) le contestent.

En général, la piléorhize des racines présente deux différences essentielles sous le rapport de la structure et de la durée de ses couches externes : 1° Il y a des piléorhizes dont les couches externes ne se détruisent pas, et qui ne périssent qu'avec la racine elle-même. Il en est ainsi chez les Nymphéacées, les *Nuphar* exceptés, chez lesquelles la couche externe de la piléorhize est

(1) Klotzsch, *Ueber Pistia*, p. 16.
(2) Schleiden, *Wissensch. Botanik*, t. II, p. 119.—Schacht, *Flora*, 1853, n° 17.
(3) Treviranus, *Physiol.*, t. I, p. 381.
(4) Schacht, *Flora*, 1853, n° 17, *Baum*, p. 58.
(5) Meyen, *Physiol.*, t. II, p. 15.
(6) Klotzsch, *Ueber Pistia*, p. 16.

formée de cellules très épaisses et très fermes : là il n'y a pas plus de remplacement que de désorganisation. 2° D'autres piléorhizes ont leurs couches externes formées de cellules à parois minces, plus larges que longues, et se désorganisant peu à peu, surtout à l'extrémité et vers la base de la racine. Meyen en figure une de ce genre dans le *Tropæolum majus ;* on en trouve aussi dans le *Nuphar luteum*, l'*Æsculus Hippocastanum*, le *Naias major* et les *Lemna*. Dans certaines racines dont les couches cellulaires externes se désorganisent, j'ai vu s'en opérer le remplacement, par exemple, dans les racines aériennes des Orchidées (1).

La racine présente, comme la tige, sur les sections transversales obliques, des raies parallèles dont la formation s'explique de la même manière. Elle n'a pas, comme la tige, de grands canaux aérifères, mais seulement de petits espaces intercellulaires, circonscrits par quatre files de cellules, pleins d'air, et appartenant à la couche corticale interne.

6. Bourgeons hivernaux de la plante de Poméranie.

On ignorait jusqu'à ce jour sous quel état l'*Udora occidentalis* Koch se conserve pendant l'hiver. M. Seehaus a été assez heureux pour jeter du jour sur ce point intéressant. Cette plante se conserve pendant l'hiver, grâce à des bourgeons hivernaux (ou hibernacles) oblongs, presque cylindriques ou un peu renflés en massue, et riches en fécule, c'est-à-dire de la même manière que les Lemnacées, l'*Hydrocharis morsus ranæ*, les *Utricularia vulgaris, intermedia* et *minor ;* seulement ces corps sont globuleux dans ces trois dernières plantes. Vers la fin de l'été, la température baissant, les tiges, les feuilles et les racines pourrissent, mais les bourgeons axillaires et terminaux se conforment en hibernacles qui, cachés dans la vase, attendent le printemps pour se développer en nouvelles plantes, et qui, à défaut de graines produites par fécondation, sont l'organe végétatif conservateur et propaga-

(1) Voy. *Verhandl. d. naturh. Vereins d. preuss. Rheinl. und Westphal. Corresp. Bl.*, n° 2, p. 60.

teur. La formation de ces bourgeons hivernaux est due à ce que, aux extrémités de la tige ou des rameaux axillaires, les entre-nœuds restent très courts, les feuilles sont réduites à l'état d'é cailles deltoïdes ou lancéolées qui se recouvrent en s'imbriquant; enfin à ce que *tous* les organes et tissus, à l'exception du faisceau de cellules conductrices et du bourgeon terminal, se remplissent de fécule. Les feuilles-écailles de ces bourgeons sont d'un vert blanchâtre, plus clair à leur sommet, plus intense à leur base. Ces bourgeons eux-mêmes ont 4 1/2 à 7 lignes de longueur et 1 2/3 à 2 1/2 lignes d'épaisseur. En leur qualité de sommités de tiges métamorphosées, ils se comportent comme les rameaux ordinaires relativement au nombre de leurs feuilles par verticille, à leur première feuille basilaire, et au nombre des rameaux qui se forment à l'aisselle des feuilles d'un même verticille.

L'amidon se montre dans les feuilles et l'axe, même dans les couches cellulaires les plus externes qui correspondent à l'épiderme. Les grains en sont irrégulièrement ovoïdes, presque cylindriques, souvent plus épais à une de leurs extrémités; on n'y voit que rarement le nucléus de Fritzsche, et l'on n'y distingue qu'au moyen d'un éclairage convenable quelques couches d'épaisseur inégale. La lumière polarisée y produit une croix noire.

Les bourgeons hivernaux de l'*Udora occidentalis* Koch sont la seule partie de cette plante qui renferme de la fécule; je n'en ai pas trouvé ailleurs. Leurs cellules conductrices ne contiennent pas cette substance, mais bien des matières protéiques qui brunissent par l'iode, et qu'on retrouve en faible quantité à côté de l'amidon dans les autres cellules. Les stipules contiennent aussi de la fécule; près du bourgeon terminal, les grains de cette substance deviennent plus petits, et elle cesse d'y exister là où l'on ne trouve plus que des matières protéiques. La teinte verdâtre des feuilles-écailles est produite par de très petits granules de chlorophylle.

Les parois cellulaires de l'axe du bourgeon hivernal sont très épaisses; ce sont les plus épaisses qu'on observe dans la plante. Les angles de ces cellules sont presque collenchymateux; mais là encore je n'ai pu reconnaître l'existence de la matière intercellulaire en employant soit l'acide sulfurique concentré, soit l'iode et l'acide

sulfurique, affaibli ou concentré, agissant tant brusquement que lentement. Au contraire, on y voit très bien une cuticule brune, après qu'on a fait agir l'iode et l'acide sulfurique, ou l'acide sulfurique concentré.

Les points les plus importants pour les recherches suivantes qui soient établis par ce qui précède sont :

1° Que les dents font au delà du bord de la feuille une saillie de trois à huit cellules ;

2° Que les cellules marginales de la feuille sont à peine ou même ne sont pas plus étroites, plus longues, ni plus pauvres en chlorophylle que celles du limbe ;

3° Que les stipules lancéolées sont frangées ;

4° Que le rameau axillaire présente à sa base une seule feuille embrassante et non deux feuilles latérales.

Hydora lithuanica Andrz.

La première question qui se présente est celle-ci : Quels sont les rapports de la plante de Poméranie avec l'*Hydora lithuanica* Andrz., qui se trouve dans certains lacs de la Lithuanie, près de Wilna ?

Il n'est guère possible de savoir qui a trouvé le premier l'*Hydora lithuanica* Andrz., de Andrzejowski, Besser ou Gorski. Le premier de ces botanistes lui a donné, sans publicité, ce nom, d'après l'indication de Besser qui l'a communiquée à ses amis sous cette même dénomination (1). La première note qui ait été publiée sur cette plante est due à E. Eichwald, qui, dans son *Esquisse de l'histoire naturelle de la Lithuanie, de la Volhynie et de la Podolie* (Wilna, 1830, p. 127), dit : « L'*Udora verticillata* Spr. (*Serpicula* Willd.) se trouve en Lithuanie, dans le cercle de Trotzki, et aussi à deux milles de Wilna, dans le lac d'Antowilia, où M. Gorski l'a observé depuis huit ans, à des époques très différentes, sans l'avoir jamais vu en fleur ; il paraît cependant que, tenu dans une chambre, il a une fois développé une spathe. » Besser en a parlé également dans

(1) *Flora, Beiblatt*, p. 13.

le *Flora* pour 1832 (*Beiblatt*, p. 12). Il a pu, grâce au professeur Wolfgang, le cultiver pendant plusieurs années, et il ne l'a vu fleurir qu'une fois. La description qu'il donne de sa fleur est si obscure, en partie si peu botanique et si opposée au caractère des Anacharidées; en outre, les matériaux qui ont servi à la tracer étaient de nature si douteuse, qu'elle n'a absolument aucune valeur. Le professeur Wolfgang m'a envoyé une figure de ce qui avait été pris pour une fleur; il n'y avait pas trace d'organes sexuels. La même plante figure dans le *Flora rossica* de Ledebour (1852, fasc. 12, p. 46) sous le nom de *Udora lithuanica* Besser (il aurait fallu dire *Hydora lithuanica* Andrz.), avec les deux localités du lac Antowilia et du lac Swinta, l'un et l'autre près de Wilna.

M. Reichenbach (*Fl. excurs.*, 1830-33, addend. et corrig., p. 139, et sur l'étiquette de l'*Udora pomeranica* Reich. in *Fl. exsicc. germ.*), qui avait reçu de Besser cette plante prise dans le lac Szurinta, déclare qu'elle appartient à la même espèce que celle de Poméranie. Bluff, Nees d'Esenbeck et Schauer (*Comp. Fl. germ.*, 1837, p. 725) indiquent des différences entre les deux plantes, mais ils ne décident pas la question de savoir si elles constituent une seule et unique espèce. Koch, dans son *Synopsis*, combat l'opinion de Reichenbach sur leur réunion en une seule espèce, et il signale quelques différences entre elles.

(M. Caspary indique les matériaux nombreux qu'il a eus entre les mains; il y distingue deux formes : il dit formellement qu'après une étude attentive, il se prononce pour l'identité spécifique de la plante de Poméranie et de celle de Lithuanie; après quoi, il décrit en détail la première forme de cette dernière, en mettant entre parenthèses les différences qui existent entre cette forme et la seconde. Selon lui, la plante de Poméranie et celle de Lithuanie se ressemblent pour les dents et la nature des cellules marginales de la feuille, semblables, ou à fort peu près, à celles du limbe en largeur, en longueur, en contenu de chlorophylle, pour l'existence à la base des rameaux d'une feuille embrassante, pour les stipules frangées et pour la structure anatomique de la tige. La seconde forme de la plante de Lithuanie ne diffère en rien de la plante de Poméranie, et la première forme n'offre, comparée à cette dernière, que quel-

ques différences sans importance. Les botanistes qui ont vu là deux espèces paraissent n'avoir observé que la forme I. M. Caspary examine et discute les motifs de la séparation spécifique des deux plantes, et cette discussion le conduit à la conclusion suivante.)

Nous voyons donc que les différences observées peuvent servir tout au plus à distinguer une variété pour la forme I, mais ne peuvent autoriser à en faire une espèce. Quant à la forme II, qui est venue vraisemblablement dans une eau plus profonde, on ne peut pas même la distinguer de la plante de Poméranie comme simple variété.

Analogues de l'*Udora occidentalis* Koch et de l'*Hydora lithuanica* Andrz.

Je me suis occupé, immédiatement après les études précédentes, de la question : Où trouve-t-on encore la plante de Poméranie et de Lithuanie ? Je ne puis dire avec Koch, Bluff, Nees von Esenbeck et Schauer, que l'Amérique soit son autre localité ; mais je suis arrivé à ce résultat, qu'elle se trouve dans la Prusse orientale, dans les Indes orientales, en Chine, à Ceylan, Lombok, Java et à la Nouvelle-Hollande ; que le *Serpicula verticillata* de Roxburgh, l'*Hydrilla ovalifolia* de Richard, l'*Hydrilla naiadifolia* de MM. Zollinger et Moritzi et l'*Hydrilla angustifolia* de M. Hasskarl, appartiennent à la même espèce que la plante de Poméranie et de Lithuanie. Suivons l'histoire de ces plantes.

Le genre *Serpicula* a été établi par Linné dans son *Mantissa plantarum* (1767, octbr., t. I, p. 17) et dans son *Systema naturæ* (edit. 12ª, 1767, octbr., t. II, *Veget.*) ; il a été rangé par lui dans la monœcie tétrandrie. La seule espèce était le *Serpicula repens* L. du cap de Bonne-Espérance. Ce genre et ce nom spécifique ont été conservés jusqu'à ce jour pour cette plante, qui est rangée parmi les Haloragées. Linné fils, dans le *Supplementum plantarum* (1781, p. 416) ajouta une autre espèce de *Serpicula* sous le nom de *S. verticillata* : « *Foliis verticillatis aculeato-serratis*. Hab. in India. »

J'ai vu, dans l'herbier de Linné, qui appartient à la Société lin-

néenne de Londres, au mois d'octobre 1856, les deux échantillons originaux du *Serpicula verticillata* L. fil., et je me suis convaincu de leur identité avec la plante à laquelle Roxburgh et Willdenow ont donné ce nom. Ce dernier botaniste l'avait d'abord nommée *Hottonia serrata ;* mais on ne trouve plus de plante dans son herbier sous le nom de *Hottonia serrata.* Les deux échantillons de l'herbier de Linné portent plusieurs fleurs femelles, et ils appartiennent à la forme de l'*Hydrilla dentata* que j'ai nommée *Roxburghii.*

Le genre *Serpicula* réunissant deux espèces aussi différentes entre elles que le *S. repens* L. et le *S. verticillata* L. fil., et les caractères en ayant été tirés par Schreber (1) du *S. repens*, Richard, dans son mémoire sur les Hydrocharidées, en sépara le *S. verticillata* Lin. fil. et Roxb. pour en former son genre *Hydrilla.*

(M. Caspary montre la confusion qui, néanmoins, a continué d'exister relativement à ce *Serpicula verticillata* L. fil. dans le *Flora indica* de Roxburgh et dans quelques autres ouvrages; il indique les motifs pour lesquels il regarde comme n'en étant que des synonymes les *Hydrilla angustifolia* Hassk. et *naiadifolia* Zoll. et Moritzi. Il dit qu'il avait d'abord rejeté pour cette espèce le nom spécifique de *verticillata*, quoique le plus ancien, parce qu'il a été appliqué à quatre espèces d'Anacharidées pour le moins, rentrant dans deux genres différents. Pour ce motif, dans le *Botanische Zeitung* de 1854, page 56, il l'avait nommée *Hydrilla dentata ;* mais ensuite il a cru devoir reprendre ce nom spécifique de *verticillata* qu'il conserve ici, parce qu'il n'a été donné encore à aucun *Hydrilla.*)

Les légères différences, souvent locales, qu'on observe dans l'*Hydrilla verticillata*, caractérisent, pour moi, de simples formes, dont sept me sont connues. Ces formes diffèrent entre elles par le rapport de la longueur de la feuille avec sa largeur, par la membrane mince ou plus consistante de cet organe, par son bord ondulé ou plan, par la longueur des entre-nœuds et par la

(1) Linn. *Genera plant.*, 1791, t. II, p. 628.

combinaison de ces particularités. La longueur des soies sur la spathe ne m'a pas semblé fournir une différence entre les formes, ni, à plus forte raison, une différence spécifique ; elle varie dans une même forme. La grandeur de la plante ou de ses feuilles ne fournit pas non plus de caractères de quelque valeur, tant que le rapport de la longueur à la largeur n'est pas altéré, et l'on trouve dans chaque forme ou variété des *plantæ nanæ*, *minores*, comme *majores* et *maximæ*.

Hydrilla verticillata α Roxburghii.

(Nous abrégerons le plus possible l'histoire très détaillée des sept formes ou variétés distinguées par M. Caspary dans son *Hydrilla verticillata*.

L'auteur indique en détail les vingt-deux localités différentes d'où proviennent les échantillons qu'il a étudiés, lesquelles se trouvent dans l'Inde, à Ceylan, à l'île de France, à la Nouvelle-Hollande. De l'examen de ces nombreux échantillons, il tire la description suivante :

Caulis teres, fasciculo cellularum conductricum medio unico, cyclis ductuum aereorum duobus, stratis cellularum inter cuticulam et ductus aereos interpositis 2, ramosus. *Rami* basi folio unico amplexicauli instructi. *Folia* ad nodum infimum v. infimos rami bina v. terna verticillata, nodi ceteri foliis 4, plerumque 5, rarius 6-8, symptyxi imbricatis. *Folia* nervo medio unico, membrana tenui, lineari-lanceolata, infima ramorum ovata, v. oblonga, versus apicem paululum v. vix attenuata, rotundato-acutata, 2-6 lin. longa, 3/4-1 1/2 lin. lata, lat. : long. = 1 : 3-5, margine dentata, dentes cellula apicali maxima, brunnea, curvata, antrorsum versa, cum cellulis 3-4 et pluribus supra marginem prominentes, utrinque 12–31. Cellulæ marginales folii chlorophyllo repletæ, nec mediis angustiores v. longiores. *Internodia* modice, 3-5 lin., rarius usque ad 12 lin. longa. *Stipulæ* 2 intrafoliaceæ, chlorophyllum non continentes, papillis utrinque 5-11, demum brunneis. *Radices* æquales, filiformes, ex axillis foliorum ad basin rami sæpius fasciculatim orientes. *Fl. fem.* spatha subcylindrica, folia

æquans, membranacea, apice biloba, lobis deltoideis, germen includens. *Germen* inferum, oblongo-lineare, 1-loc., gelatina impletum; placentis 3 parietalibus. *Gemmulæ* anatropæ 5-6, micropyle omnium sursum versa, integumentis 2. *Fl. masc.?*

Sur l'exemplaire du Coromandel, j'ai vu dans la tige un faisceau médian de cellules conductrices avec un canal central, comme d'ordinaire, et de plus, à côté, deux canaux plus petits, comme ceux qu'on trouve dans l'*Anacharis Alsinastrum*. La tige renfermait de l'amidon, qui, dans la plante du lac de Damm, ne s'est montrée que dans les bourgeons hivernaux.

Dans la plante recueillie à Java par M. Zollinger, la tige m'a présenté cette particularité, qu'entre le cercle externe de canaux aériens et la cuticule, il n'y avait qu'une assise de cellules et non deux. La figure 21 (pl. XIII) représente une tranche transversale de cette tige. En la comparant avec la figure 8, on voit entre les deux tiges une grande différence de structure. Cependant la même section de tige, montrant les canaux aériens circonscrits extérieurement par une seule couche de cellules, s'est retrouvée également dans la plante de Poméranie et de Lithuanie.

L'*Hydrilla Wightii* Planchon (1) appartient en partie à cette première forme. M. Planchon dit : *Caulis e bulbo squamoso enatus.* Ce qu'il nomme bulbe dans son *H. Wightii* n'est pas autre chose qu'un bourgeon hivernal, duquel serait provenue une vraie tige dans une saison plus favorable..... Je ne puis voir dans l'*Hydrilla Wightii* ni une espèce, ni même une forme particulière.

Hydrilla verticillata β brevifolia.

(M. Caspary distingue cette forme pour l'*Hydrilla ovalifolia* Rich., que distinguent, surtout dans les parties supérieures des branches, des feuilles oblongues ou ovales. Il y range le *Vallisneria reticulata* Roxb. Tous les échantillons qu'il en a vus viennent de l'Inde.)

Il serait inutile de donner une description détaillée de cette

(1) *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XI, p. 79.

forme ; elle ressemble entièrement à la forme *α Roxburghii* pour la première feuille du rameau, pour les stipules, les dents des feuilles, le nombre des feuilles dans chaque verticille ; elle s'en distingue seulement par ses feuilles plus courtes, longues seulement de 2-3 lignes, larges de 1-1 3/4 lignes, ovales ou ovales-oblongues, qui présentent 10-15 dents de chaque côté.

La tige ressemble beaucoup à celle du lac de Damm, c'est-à-dire à la figure 8, pour sa structure anatomique ; cependant ses canaux aériens internes sont plus grands, et il y a 3-4 couches de cellules entre les canaux externes et la cuticule. M. Chatin (1) représente une section transversale de la tige de l'*Hydrilla ovalifolia* Rich. avec *un seul* cercle de canaux aériens ; je ne l'ai pas vue ainsi, et j'ai toujours observé des canaux plus petits plus près du centre ; cependant la forme figurée par M. Chatin se trouve aussi tout à fait au-dessous des nœuds dans la plante de Poméranie. Mais les figures que ce botaniste donne de la feuille (*loc. cit.*, fig. 3 et 3') sont défectueuses ; la figure 3 ne montre pas de dents, et elle est trop raccourcie pour représenter la forme ordinaire ; la figure 3' montre des dents de scie avec des entre-dents aigus que la plante n'a pas, et les cellules marginales y sont représentées plus courtes que celles du limbe, tandis que c'est l'inverse qui a lieu.

(Sur un échantillon de l'herbier Kunth, M. Caspary a vu les deux ovules inférieurs pendants, les deux supérieurs ascendants. Il fait observer que cette différence de direction des ovules n'est pas constante dans l'*Hydrilla*, tandis qu'elle l'est dans les autres plantes qui la présentent : par exemple, dans les genres *Rapistrum*, *Enarthrocarpus*, *Cakile*.)

Hydrilla verticillata γ tenuis.

(Cette forme, étudiée par l'auteur sur deux échantillons recueillis dans l'Inde, est caractérisée par une tige très grêle et faible, et par des feuilles extrêmement minces, très étroites, linéaires-lancéolées. Sa tige n'a qu'*un seul* cercle de grands canaux aériens, comme

(1) *Anat. comp.*, pl. 9, fig. 1.

dans la figure 8 (pl. XI); sa structure est semblable à celle de la plante du lac de Damm.)

Hydrilla verticillata δ gracilis.

(C'est la plante du lac de Damm, la forme II de l'*Hydora lithuanica* Andrz., qui se retrouve dans l'Inde. Elle est caractérisée surtout par la longueur considérable qu'ont généralement ses entre-nœuds. Elle se trouve dans les eaux profondes.)

Hydrilla verticillata ε crispa.

(C'est la plante qui se trouve dans quelques lacs près de Wilna, et qui a été découverte en septembre 1856 par M. Sanio, près de Lyck, dans la Prusse orientale. On l'a retrouvée en Chine et dans le Scinde. Son caractère principal consiste dans ses feuilles fermes, ondulées et crispées sur les bords.)

Hydrilla verticillata ζ inconsistens.

(Celle-ci a été étudiée sur des échantillons de l'Inde et de Ceylan. Elle est intermédiaire à la forme précédente et à la suivante. Son principal caractère, que le nom d'*inconsistens* est destiné à rappeler, consiste dans ses feuilles et ses entre-nœuds alternativement longs et courts. D'après les meilleurs échantillons de l'herbier Willdenow, elle est monoïque, tandis que la plupart des auteurs la disent dioïque.)

Hydrilla verticillata η longifolia.

(C'est ici que M. Caspary range comme synonymes l'*Hydrilla angustifolia* Hassk., uniquement d'après la description qui en a été donnée (1), et l'*H. naiadifolia* Zoll. et Morit., dont il a étudié d'excellents échantillons sur lesquels il base la description suivante) :

Hydrilla naiadifolia Zoll. et Mor. *Radices* longissimæ, filifor-

(1) Hasskarl, *Pl. javan.*, p. 117. — Blume, *Mus. bot. Lugd. Bat.*, t. 1, p. 82.

mes, æquales, simplices, ex axillis foliorum passim fasciculatim (« verticillatim » Hassk., *loc. cit.*) erumpentes (« apice spongiola longa calyptræformi acuminata tecta » Hassk.). *Caulis* teres fasciculo cellularum conductricum medio unico. *Rami* basi folio unico ovato apice dentato amplexicauli instructi, nodus secundus et tertius foliis verticillatis ternis, brevibus, circiter 2 lin. longis (« squamæformibus, oblongo-lanceolatis » Hassk.), reliqui 4, 5-8 (« 5-7 » Hassk.), 5-8 1/2 lin. longis 1/2–3/4 lin. latis, linearibus, sensim acuminatis, tenue-membranaceis, margine dentatis, dentibus utrinque 17-24, cellula terminali maxima, antrorsum curvata, brunnea, cellulis 4 v. pluribus supra marginem prominentibus. Internodia 2-4 1/2 lin. longa. *Stipulæ* intrafoliaceæ 2, oblongæ v. lineari-oblongæ, margine papillosæ, papillis utrinque 4-6, denique brunneis. *Planta monoecia* (« monoecia et dioecia » Bl.). *Flores fem. et masc.* diversis in ramulis (« eodem in ramo, sed diversis ramulis ultimis » Hassk.) obvii. *Flos fem.* solitarius, axillaris. Spatha tubulosa (1). Germen sessile, lineari-oblongum, inferum, uniloculare, placentis 3, gemmulis 2-6 (« 3-5 » Hassk.), anatropis, inferioribus micropyle sursum versa, superioribus deorsum versa (« inferioribus adscendentibus, superioribus pendulis » Hassk.), integumentis 2. Tubus perianthii filiformis, longissimus. Sepala 3 obovato-oblonga; petala sepalis angustiora et breviora, obovato-linearia, 3; stigmata 3 linearia. *Flos masc.* axillaris, 3-4 (« 5-7 » Hassk.) verticillum formantes. Spatha sessilis subglobosa (« subtrigona » Hassk.), superne muricata, vertice denique late rumpens (« bivalvis, valvis foliis parallelis » Hassk.), breviter pedicellata. Pollinis grana magna, globosa, cuticula minutissime tuberculato-incrassata.

Le fruit a été décrit par MM. Hasskarl et Blume, qui le disent cylindrique..... M. Miquel (2) le décrit aussi comme cylindrique et rétréci dans le haut, rempli d'un suc glutineux, 5-sperme.

M. Hasskarl a découvert ce fait intéressant, que le contenu des

(1) Dans les fleurs que j'ai examinées, la partie supérieure de la spathe n'existait plus. (Note de l'Auteur.)

(2) Miquel, *Fl. Ind. Bat.*, 1856, t. III, p. 234.

papilles stigmatiques subit la rotation. L'analogie avec l'*Hydrilla verticillata δ gracilis* et avec l'*Anacharis Alsinastrum* rend probable l'existence de la rotation dans tous les organes de la plante.

M. Chatin donne de la coupe transversale de la tige (1) une figure dont je puis confirmer l'exactitude. Il existe dans cette tige deux cercles de canaux aériens, comme dans la figure 21 faite d'après l'*Hydrilla verticillata α Roxburghii* récolté par M. Zollinger, et une seule assise de cellules entre les canaux aériens les plus externes et la cuticule. A cela près, la structure anatomique est semblable à celle des plantes précédentes. Quant à la figure donnée par M. Chatin (*loc. cit.*, fig. 9 et 9') de la feuille, elle est défectueuse. La figure 9 n'a pas de dents, et donne mal la forme ; la figure 9' montre des cellules marginales plus courtes que celles du limbe, tandis que c'est plutôt le contraire qui a lieu ; en outre, la feuille n'a pas de dents de scie, comme sur la figure 9', séparées par des entre-dents aigus, et qui ne fassent saillie que d'une cellule au delà du bord, mais bien des dents normales dépassant de plusieurs cellules celles du bord.

Je ne puis trouver un seul caractère qui distingue l'*Hydrilla angustifolia* Hassk. comme espèce des *Hydrilla* mentionnés plus haut, particulièrement des formes *gracilis* et *crispa*.....

Les fleurs mâles de toutes les plantes que j'ai eues entre les mains, après avoir été ramollies, m'ont présenté les sépales, les pétales et les anthères tellement collés ensemble, que je n'ai pu y rien voir; le pollen seul était très visible. Je n'ai vu le fruit d'aucun *Hydrilla*. Richard n'en a vu aussi que des échantillons imparfaitement mûrs... M. Hasskarl est le premier qui ait signalé la diversité de situation des ovules dans le genre *Hydrilla*.

Le genre *Hydrilla* n'existe pas en Amérique. M. Chatin (2) y rapporte avec doute une plante de l'herbier Delessert recueillie au Brésil par Claussen (Claussen, exsic. n° 202). Les figures relatives à cette plante (*loc. cit.*, pl. XI, fig. 4-6') sont désignées avec doute sous le nom de *Hydr. muscoides* (c'est-à-dire *Lagarosiphon*

(1) Chatin, *Anat. comp*, pl. IX, fig. 7.

(2) *Anat. comp.*, p. 23.

muscoides Harv., plante qui n'existe qu'au Cap). J'ai vu dans l'herbier Delessert l'original des figures de M. Chatin : c'est l'*Elodea guyanensis* Rich. Les feuilles sont très longues, lancéolées et graduellement rétrécies en pointe; leurs dents de scie ne sont pas arquées, quoiqu'elles dépassent le bord de quelques cellules; les stipules sont ovales, entières et sans papilles.

Comme, pour admettre l'identité spécifique de l'*Hydrilla* de la Poméranie avec ceux de la Lithuanie, de l'Inde, de Java et de Ceylan, je ne me suis basé que sur l'examen des organes végétatifs, je donne cette réunion non comme étant d'une certitude absolue, mais comme constituant une hypothèse de la plus grande vraisemblance qui a besoin d'être confirmée par l'étude de la fleur. Ce défaut de certitude absolue pourra paraître à maintes personnes d'autant plus grave qu'il est invraisemblable que la même espèce végétale croisse à la fois sous le climat de la zone tempérée septentrionale, près de Stettin, où les extrêmes de température de l'air sont — 33°, 5 c. et + 33° c., où la moyenne annuelle est + 8° c., et entre les tropiques, notamment dans l'île de Java, où les extrêmes du mois le plus froid et le plus chaud sont, pour Batavia, en moyenne + 20°, 4 c. et + 30°, 5 c., avec une moyenne annuelle de + 27°, 8 c. Mais cette objection est sans importance pour plusieurs motifs. (D'abord la température de l'eau, dans l'une et l'autre localité, est plus modérée que celle de l'air; en outre, il y a des plantes cosmopolites, soit terrestres, soit aquatiques, qui supportent des climats tout aussi différents que ceux où l'on trouve l'*Hydrilla verticillata :* tels sont, entre autres, des *Potamogeton*, le *Ruppia maritima*, divers *Chara*.)

Genre ELODEA Richard.

(Le nom d'*Elodea* a paru pour la première fois dans le *Flora boreali-americana* de Michaux (1803, I, p. 20); cependant il n'est pas dû à Michaux, mais bien à Richard, qui, comme on le sait, avait beaucoup travaillé à cet ouvrage sans toutefois y mettre son nom. La seule espèce dont il soit question dans cette Flore est l'*Elodea canadensis*, indiqué « *in rivulis Canadæ* ». En 1809, la

caractéristique de ce genre fut confirmée et développée par Humboldt et Bonpland (1), à l'occasion de leur *Elodea granatensis*. Dans sa monographie des Hydrocharidées, publiée en 1814, mais lue à l'Académie des sciences en 1812, Richard a décrit et figuré une nouvelle espèce, l'*E. guyanensis*, et il en a caractérisé très brièvement une autre, l'*E. orinoccensis*, que MM. de Humboldt et Bonpland avaient trouvée dans l'Orénoque; en outre, il a mentionné aussi l'*E. canadensis*, mais il a passé sous silence l'*E. granatensis* H. et B. — M. Caspary rapporte l'histoire du nom d'*Elodea*, donné par Pursh en 1814 à un genre d'Hypéricinées, comme s'il avait été emprunté à Adanson, dont cependant l'ouvrage ne renferme qu'un genre *Elodes*, qui a été plus récemment adopté par M. Spach, et en place duquel le savant allemand propose celui de *Tripentas*, qui rappelle les trois faisceaux formés chacun de cinq étamines dans la fleur de cette Hypéricinée. En même temps, Pursh substitua fort à tort le nom de *Serpicula* à celui d'*Elodea* Rich. Nuttall, reconnaissant que ce nom était appliqué déjà à un autre genre, le remplaça par celui d'*Udora*. M. Caspary relève les divers motifs pour lesquels ce nom, dérivé du grec incorrectement, lui semble ne devoir pas être adopté. Il montre l'extrême confusion que divers auteurs ont accumulée sur ce genre et sur ses caractères. Il rappelle que MM. Babington et Planchon ont essayé d'y mettre fin en rejetant le nom d'*Udora* Nutt., synonyme de l'*Anacharis* Rich., et que le dernier de ces botanistes a proposé de remplacer le nom d'*Elodea* Rich. (*Udora* Endl. et Meissn.) par celui d'*Apalanche*; mais il fait remarquer que le nom d'*Elodea* Rich. doit être conservé.)

(Après une discussion étendue sur la réunion de l'*Udora canadensis* Nutt. ou *Anacharis Nuttallii* Planch., de l'*Elodea canadensis* Rich. et de l'*Anacharis Alsinastrum* Bab., aujourd'hui commun dans certaines eaux de la Grande-Bretagne et à peu près certainement naturalisé, M. Caspary montre que le nom d'*Elodea canadensis* Rich., proposé dès 1803, doit être adopté pour l'espèce à laquelle se rattachent tous ces synonymes, comme étant de

(1) *Plantes équinoxiales*, t. II, p. 190.

beaucoup le plus ancien. Il développe l'opinion que les seuls caractères de la polygamie, de la diœcie ou de l'hermaphrodisme ne suffisant pas pour distinguer des genres, on doit réunir les *Elodea* Rich. et *Anacharis* Rich. en un seul groupe générique, sous le nom unique d'*Elodea*. Par une conséquence naturelle, le nom d'*Anacharis* étant ainsi sans application, celui d'Anacharidées, donné par Endlicher au groupe entier, ne peut plus être conservé, et c'est là le motif pour lequel l'auteur le remplace par celui d'Hydrillées, tiré du genre *Hydrilla*, où se trouvent les espèces qui ont été connues les premières de tout le groupe. — Au genre *Elodea*, réformé comme on vient de le voir, il rattache le genre *Egeria* Planch. (1), qui ne diffère des *Elodea* que par la diœcie, et qui leur ressemble entièrement aux points de vue de l'anatomie et de la morphologie. — Il passe ensuite à l'étude spéciale des *Elodea*, en commençant l'histoire complète de celui qui se trouve aujourd'hui dans la Grande-Bretagne, parce qu'il a pu l'étudier sur le frais.)

Elodea canadensis **Rich. et Mich., ch. réf., de la Grande-Bretagne (*Anacharis Alsinastrum* Babington, *Ann. and Magaz. of Nat. Hist.*, 1848, p. 81 et seq., et *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XI, 1849, p. 66 et suiv.).**

1. Histoire et localité.

L'histoire de cette plante remarquable, dont l'apparition en Europe est récente, et à laquelle un espace de dix ans a suffi pour se multiplier dans des canaux et de petits cours d'eau de la Grande-Bretagne au point d'y gêner la navigation, présente de l'intérêt sous plusieurs rapports. Il paraît que, dès l'année 1836, elle a été trouvée par un jardinier nommé John New, dans un étang près de Warringtown, en Irlande, immédiatement après la plantation de quelques espèces aquatiques étrangères. Pendant le même été elle se propagea tellement dans cet étang, qu'on fut obligé de l'y couper plusieurs fois. Cependant elle ne fut remarquée par les botanistes

(1) *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XI, p. 79.

qu'en 1842 ou au plus en 1841, et cela, d'un côté, dans le Berwickshire, en Écosse, de l'autre en Irlande, près de Dublin. Enfin en 1847, miss Mary Kirby la rencontra dans l'Angleterre même, dans le Leicestershire, près de Market Harborough, et plus récemment on l'a trouvée encore sur plusieurs autres points du même royaume. Maintenant la plante commence à se répandre de tous les côtés dans l'Angleterre moyenne, en se propageant de proche en proche dans les canaux et des rivières dans leur affluents (M. Caspary donne encore d'autres détails à se sujet). En ce moment déjà la présence de l'*Elodea* dans les eaux de l'Angleterre moyenne est un grand mal; elle entrave la navigation, contrarie la manœuvre des écluses, rend impossible la pêche et la natation; car elle se développe en quantité telle qu'elle ralentit l'écoulement de l'eau et la fait refluer au-dessus de son niveau normal (l'auteur rapporte des faits à l'appui de ces assertions). Jusqu'à ce jour on n'en a trouvé dans la Grande-Bretagne que des pieds femelles; et sa propagation rapide, son énorme multiplication ont eu lieu sans graines, simplement par l'herbe, qui pourtant s'enracine rarement et flotte d'ordinaire, mais, tout en flottant, produit de nouveaux jets dont le développement indépendant commence à se faire aussitôt qu'une cause mécanique quelconque les a isolés du pied mère. Une multiplication si rapide et dans de pareilles proportions, s'opérant uniquement par des pousses, était encore sans exemple dans l'histoire des plantes.

2. La tige de l'*Elodea canadensis* de la Grande-Bretagne.

Comme la tige de toutes les Hydrillées, celle de l'*Anacharis Alsinastrum* est arrondie; elle se ramifie par rameaux axillaires et se rompt facilement, particularité favorable à la multiplication de la plante, puisque chaque fragment pourvu d'un bourgeon terminal en bon état continue de végéter. Comme la feuille et la racine, elle manque d'épiderme, la couche la plus extérieure de ces trois organes ne différant en rien des cellules sous-jacentes, ni par sa structure, ni par son contenu. Dans la tige et dans la feuille, la couche cellulaire externe renferme de la chlorophylle; la lar-

geur de ses cellules, dans la tige, est à leur longueur :: 1 : 2-3. Au milieu de la tige adulte se trouve un faisceau de cellules conductrices (fig. 25, *b*). On n'y voit pas de vaisseaux, pas plus que dans les nœuds, de même que dans toute autre Anacharidée. Aussi ai-je longtemps cru que les Anacharidées en général étaient dépourvues de vaisseaux, et M. Chatin est arrivé, de son côté, à la même opinion (1). Cependant c'est là une erreur. J'ai eu enfin le bonheur de découvrir les vaisseaux de l'*Anacharis Alsinastrum*. Ils n'existent que transitoirement dans le bourgeon terminal, aux entre-nœuds, du 25ᵉ au 40ᵉ verticille foliaire environ, en comptant à partir du sommet; on ne les trouve que dans la tige et non dans les feuilles. La tige elle-même n'a qu'un seul vaisseau central (fig. 27, *a*, *a'*; 28, *a*), qui en produit d'autres au nœud, en se dirigeant chacun vers une feuille (fig. 27, *g*, *g'*, *g"*; 28, *a"*), sans atteindre la périphérie de la tige, mais qui cessent de se montrer avant d'être arrivés à cette périphérie, et qui dès lors ne pénètrent pas dans la feuille. Ces vaisseaux sont environnés de cellules conductrices qui cependant ne forment qu'une ou deux assises autour de ceux qui se dirigent vers les feuilles. Leurs épaississements ne constituent pas des spirales bien formées; il est rare qu'ils soient en anneaux complets; le plus souvent ils se réduisent à de simples fragments d'anneaux qui font un peu plus d'un demi-tour et qui ont leurs deux extrémités pointues. Dans des cas rares, deux de ces fragments sont placés l'un vis-à-vis de l'autre et semblent ainsi former un anneau (fig. 28, A). Vers le sommet et la base du vaisseau *aa'*, fig. 27, et un peu avant l'origine de la feuille, dans les vaisseaux *g*, *g'*, *g"*, fig. 28, on voit les fragments de ces épaississements devenir d'abord plus petits et plus déliés, disparaître enfin complétement. En même temps que le vaisseau *aa'* tend à disparaître, à sa base il agrandit considérablement son diamètre, et finit ainsi par devenir un canal central. La transformation d'un vaisseau central en canal central est un fait extrêmement curieux. Pour bien voir les vaisseaux de l'*Elodea canadensis* avec leurs singuliers épaississements, il faut traiter

(1) *Comptes rendus*, 1855, t. XLI, p. 695, et *Anatomie comparée*, 1856, p. 21 et suiv.

une section longitudinale, menée par le milieu d'un bourgeon terminal, par l'acide sulfurique concentré, qui détruit tous les tissus, excepté ces épaississements ; cependant ceux-ci subissent également l'action de cet agent au bout de quelques heures. La figure 27 représente un fragment d'une semblable préparation traité comme je viens de le dire. Il n'est nullement difficile de voir ces vaisseaux sur une coupe transversale. Déjà à l'époque où les épaississements existent, les cellules conductrices adjacentes au vaisseau central ont un calibre beaucoup plus fort que celui des autres, et qui reste ensuite tel.

Il est vraisemblable que de pareils vaisseaux transitoires existent dans le bourgeon terminal de toutes les Anacharidées, peut-être aussi dans leur fleur, de même que dans les Lemnacées ; mais on ne peut en rien voir sur des échantillons desséchés. En outre, il est très vraisemblable que les *Naias major*, *minor*, *flexilis*, le *Ceratophyllum platyacanthum*, le *Vallisneria spiralis*, en un mot, le petit nombre de plantes qui ont été regardées comme dépourvues de vaisseaux et que j'ai vues en réalité en manquer dans leur tige adulte, en possèdent transitoirement dans leur bourgeon terminal ou dans leur fleur ; mais je n'ai pu m'occuper encore de cette recherche. Peut-être le canal central des *Naias* et *Zannichellia* est-il aussi le résultat de la destruction d'un faisceau vasculaire. Toutefois je n'ai pu voir vestige d'un vaisseau ni dans la tige adulte, ni dans le bourgeon terminal du *Ceratophyllum demersum*.

Les cellules du faisceau conducteur de l'*Elodea canadensis* sont très étroites et longues ; leurs parois transversales sont un peu obliques, et elles renferment une matière en grains très petits, d'un gris blanchâtre, qui se colore en brun foncé avec l'iode, en rose rouge avec le sucre et l'acide sulfurique ; leur contenu est donc riche en substances azotées. Le canal central du faisceau conducteur (fig. 25, a), circonscrit par une douzaine de cellules, renferme un liquide et non de l'air. Il s'y produit une matière d'abord incolore, qui le remplit presque tout à fait et qui brunit plus tard. Quelquefois il présente, en outre, un ou deux autres canaux plus petits, qui se remplissent aussi peu à peu de la même substance brune. Il est vraisemblable que ces canaux proviennent

également chacun d'un vaisseau, puisque, dans un très petit nombre de cas, on en voit un ou deux dans la tige, sans compter celui du centre. Cependant je n'ai jamais observé qu'un seul vaisseau central dans les bourgeons terminaux. Les cellules qui entourent immédiatement le faisceau conducteur ne présentent généralement rien de particulier, mais quelquefois aussi elles se relient en une couche unique intimement cohérente (fig. 25, *c*), déjà différente par là du parenchyme cortical dont les cellules sont disposées moins régulièrement en cercle; ainsi que du faisceau conducteur; de plus, elles se distinguent encore parce qu'on voit sur leur coupe transversale un point sombre, au milieu de leurs parois latérales. Dans les cas les plus favorables, ce point se montre, sous un grossissement suffisant, comme un petit dédoublement des parois contiguës, qui sont entièrement soudées dans le reste de leur étendue (fig. 26, *a*, *a*, *a*, *a*). Je n'ai pu me fixer davantage sur ce point obscur où les coupes longitudinales ne m'ont montré qu'une paroi cellulaire uniforme.

Qu'on me permette, à propos de cette couche de cellules qui entoure le faisceau conducteur comme un cylindre continu et fermé, de m'occuper de particularités analogues qui existent chez d'autres plantes, sans m'étendre toutefois plus qu'il ne faut pour faire bien connaître cette portion de tissu. M. Planchon (1) est le premier qui ait observé une rangée de cellules toute semblable, entourant le faisceau vasculaire central dans la racine du *Victoria regia*. Il prend ces cellules pour des vaisseaux, mais on ne peut cependant les regarder comme telles; elles ne sont en réalité que du parenchyme, leur longueur surpassant quatre ou cinq fois leur largeur. Je n'ai pu voir moi-même la série de leurs points obscurs dans le *Victoria regia;* mais je n'en révoque pas en doute l'existence, parce qu'ils se développent quelquefois si peu, qu'ils ne sont pas appréciables, soit dans l'*Elodea canadensis*, soit dans le *Victoria regia*. Je donnerai à cette couche de cellules le nom de *gaîne protectrice* (*Schutzscheide*, *vagina tutelaris*), parce que, comme je le montrerai plus tard, elle protége, soit le faisceau

(1) *Victoria regia*, p. 25, pl. I, fig. 6 et 11.

vasculaire, soit le faisceau conducteur. Je doute d'autant moins de l'existence d'une série de points de ce genre dans la racine du *Victoria*, que je les ai vus çà et là sur une coupe transversale un peu oblique de la tige souterraine de l'*Adoxa moschatellina*. Ces points, comme les nomme M. Planchon, consistent en de très petites marques punctiformes, oblongues, à contour très faible, où je n'ai pu reconnaître un canal..... L'observation des *Potamogeton* montre (par les changements qui s'opèrent dans l'épaisseur des parois cellulaires par les progrès de l'âge) que la gaîne protectrice de la tige de l'*Elodea canadensis*, de l'*Adoxa moschatellina*, du *Podophyllum peltatum*, du *Menyanthes trifoliata*, des racines du *Victoria regia*, du *Ranunculus Ficaria* et du *Stratiotes aloides*, est le même organe qui, sous la forme d'une rangée de cellules élégantes et lignifiées à leur côté interne sur une bonne moitié, entoure le système de faisceaux vasculaires de beaucoup de tiges, et ailleurs de racines. Cette gaîne protectrice, composée d'une seule assise de cellules, est figurée dans la racine de l'*Iris sambucina* par M. Schultz-Schultzenstein ; dans la racine de l'*Iriartea præmorsa* et dans le rhizome du *Maranta bicolor*, par M. Karsten ; dans la racine du *Dracæna reflexa*, par M. Schacht, qui, de plus, en indique l'existence dans la racine du *Smilax*. Je l'ai trouvée dans la racine du *Typha latifolia*, de l'*Aletris fragrans*, du *Charlwoodia congesta*, de l'*Yucca Draconis*. Souvent on la voit uniformément épaisse, sans points latéraux, comme dans la tige de l'*Hippuris vulgaris*, du *Myriophyllum verticillatum*, dans la racine du *Phœnix dactylifera*, du *Chamædorea Schiedeana*, du *Butomus umbellatus*, du *Scirpus lacustris*. M. Mohl en figure une de ce genre dans la racine du *Diplothemium maritimum*. Les cellules qui composent cette gaîne sont souvent très longues, par exemple dans les *Potamogeton*, où leur largeur est fréquemment vingt fois moindre que leur longueur ; d'un autre côté, lorsqu'elles épaississent fortement, elles sont beaucoup plus courtes : ainsi leur largeur est relativement à leur longueur comme 1 : 1 ½-4 dans le rhizome du *Typha latifolia*, et comme 1 : 2-6 dans celui du *Sparganium ramosum*. Il existe une gaîne protectrice très remarquable dans la partie la plus vieille du rhizome du *Papyrus antiquorum* :

elle est formée de cellules à parois très épaisses et constituant du prosenchyme, marquées de beaucoup de pores, qui sont rangés en deux couches différentes par leur couleur. La couche intérieure est d'un brun rouge foncé, et n'a qu'une cellule d'épaisseur; l'extérieure est d'un brun clair, et comprend 8-10 cellules dans son épaisseur; la première correspond seule à la gaîne protectrice des autres plantes qui viennent d'être nommées. Dans beaucoup d'espèces, cette gaîne protectrice est formée de plusieurs couches de cellules, et elle sert d'enveloppe non-seulement à tout le système de faisceaux vasculaires, mais même aux faisceaux isolés, par exemple dans le *Cyperus alternifolius* et dans les Fougères. Il faut distinguer des gaînes protectrices qui sont adjacentes au système des faisceaux vasculaires ou au faisceau vasculaire, ou encore au faisceau conducteur, celles qui se présentent des deux manières suivantes. 1° Tantôt elles sont isolées, loin du corps ligneux et vasculaire central, et forment dans l'écorce un cylindre cohérent de cellules libériennes, comme dans les jeunes tiges des Sapindacées (*Urvillea ferruginea*), des Chénopodées (*Basella rubra*), des Cucurbitacées (*Cephalandra quinqueloba*, *Cucumis Chito*, *Luffa angulata*), des Papavéracées (*Papaver somniferum*), des Berbéridées (*Diphylleia comosa*), des Balsaminées (*Impatiens parviflora*), dans les racines aériennes des Aroïdées (*Philodendron macrophyllum*); dans ce cas, s'il s'opère un grossissement intérieur, la gaîne se rompt, et elle finit par être expulsée comme faisant partie de l'écorce. 2° Tantôt, outre la gaîne protectrice, on observe dans le tissu externe de l'écorce un second cylindre formé de cellules prosenchymateuses allongées, semblables à celles du liber (qui ne sont pas cependant des cellules libériennes) : c'est ce qui a lieu dans la racine du *Phœnix dactylifera* et du *Phragmites vulgaris*, ainsi que dans le rhizome du *Scirpus lacustris*. Dans mes cours, j'ai, jusqu'à ce jour, nommé cette portion de tissu *couche engaînante* (*Scheidenschicht*), parce qu'elle forme très visiblement une sorte de fourreau autour de toutes les parties plus intérieures de la racine; elle paraît aussi destinée, comme la gaîne protectrice, à protéger les parties sous-jacentes, grâce à sa consistance.

(Maintenant on doit se demander quelle est l'importance anato-

mique de la gaîne protectrice. M. Schultz-Schultzenstein est le premier qui lui ait donné un nom ; il l'a nommée *gaîne des faisceaux* (*Bündelscheide*); il l'a regardée comme composée de cellules du liber, ce qui n'est pas exact. M. Irmisch l'a vue dans un seul cas, à savoir, dans les racines tubéreuses du *Ranunculus Ficaria*, et il l'a regardée comme l'anneau du cambium. M. Karsten est le premier qui lui ait attribué une importance anatomique plus générale : il la considère comme une couche de cambium lignifiée, et la nomme *cylindre ligneux*. M. Schacht émet une opinion analogue, et il voit dans la gaîne protectrice la couche de cambium non développée et lignifiée. M. Caspary regarde comme inadmissible l'opinion de MM. Karsten et Schacht, et de la discussion à laquelle il se livre à ce sujet, il conclut que, dans les cas les plus ordinaires, la gaîne protectrice n'est pas une couche de cambium lignifiée, mais plutôt une couche de parenchyme particulière, disposée en cylindre, appartenant à l'écorce. Les cas dans lesquels la gaîne protectrice est parenchymateuse de sa nature le conduisent à énoncer une conclusion semblable relativement à ceux dans lesquels elle est formée, non pas de parenchyme, mais de prosenchyme analogue à celui du bois ou du liber, et à parois uniformément épaissies, comme dans la hampe du *Butomus*, dans le rhizome du *Carex arenaria*, du *Scirpus lacustris*, du *Papyrus antiquorum*. Il fait observer que parfois, comme dans le *Papyrus antiquorum*, on voit très bien la plus interne de ces couches prosenchymateuses identique avec la forme ordinaire de la gaîne protectrice, et l'on reconnaît que les couches externes ont été ajoutées à la première pour la renforcer. Au total, la gaîne protectrice est principalement destinée à fournir un abri aux organes plus délicats qu'elle entoure. — Après cette digression étendue (pp. 441-448), M. Caspary reprend l'examen de la tige de l'*Elodea canadensis*.)

Aux nœuds de la tige, les cellules conductrices deviennent très courtes, et c'est de ce tissu court que partent les ramifications du faisceau central qui vont aux feuilles, aux racines et aux rameaux. Leur faisceau y est entouré par le parenchyme de l'écorce qui, tout près de ce point, dans les entre-nœuds, a des cellules fort

longues, dont la largeur est à leur longueur comme 1 : 6-8, mais qui deviennent beaucoup plus courtes lorsqu'elles se rapprochent de l'extérieur de la tige. Le parenchyme cortical renferme de la fécule, dans laquelle je n'ai pu observer de couches en l'examinant sous l'eau, mais dont les grains les plus gros, placés dans le chlorure de zinc iodé, ont semblé présenter quelques couches et un nucléus foncé. Les dimensions absolues des grains de cette substance sont de $\frac{1}{196}$ à $\frac{1}{156}$ de ligne. Mais assez souvent aussi la fécule manque : ainsi des plantes que j'ai conservées dans une chambre pendant environ six semaines ne m'en ont plus présenté au bout de ce temps, bien que d'abord elles en continssent. Dans les cellules extérieures de l'écorce, la fécule passe à la chlorophylle, de telle sorte qu'on voit souvent un grain de chlorophylle qui contient un gros grain de fécule, et qui, par suite, sous l'action de l'iode, brunit en partie, et devient violet en partie. On voit parfaitement ces rapports de la chlorophylle à la fécule, sur les grains qu'on met dans le chlorure de zinc iodé. La chlorophylle qui entoure la fécule reste verte ; mais la fécule qu'elle entoure la rompt par l'effet du gonflement qu'elle subit, et la détache, d'où il résulte qu'on voit ensuite séparés, et l'un à côté de l'autre, le grain de fécule gonflé et son enveloppe verte. Sous l'action du sucre et de l'acide sulfurique, le parenchyme de la tige adulte ne se colore pas en rose rouge ; aux nœuds, ses cellules deviennent plus courtes, et dans le nœud même on en voit une couche épaisse de trois ou quatre assises, où elles ont à peu près le même diamètre en tout sens. Les canaux aériens de la tige sont moins nombreux et plus petits que dans l'*Hydrilla verticillata ;* ils deviennent très nombreux au voisinage du faisceau de cellules conductrices, mais là ils constituent seulement des méats intercellulaires élargis, circonscrits par 4-6 cellules adjacentes. A égale distance du faisceau conducteur et de la périphérie de la tige, ces canaux aériens sont plus grands, et ils sont entourés par 8-11 cellules. Souvent leur distribution est irrégulière. Le nombre des grands canaux, qui forment généralement une rangée circulaire, varie de 3 à 12 ; près des nœuds, ils s'arrêtent ; il résulte de là qu'une coupe transversale, menée exactement au-dessous d'un nœud, n'en offre

plus de traces, et que l'écorce ne s'y montre formée que d'un parenchyme presque entièrement serré. Comme dans toutes les Anacharidées, la tige n'a ni moelle, ni bois, ni liber ; bien que le contraste entre moelle et écorce n'ait pas lieu ici, j'ai désigné sous le nom d'*écorce*, en raison de sa situation, l'entourage parenchymateux du faisceau conducteur.

La différence de structure entre la tige de l'*Hydrilla verticillata* et celle de l'*Elodea canadensis* de la Grande-Bretagne consiste en ce que celle de la première présente 1 ou 2 cercles de grands canaux aériens, 1-4 couches de parenchyme interposées aux canaux les plus extérieurs et à la cuticule, et paraît manquer de gaîne protectrice, tandis que celle de l'*Elodea* offre beaucoup moins de diversité, puisqu'elle n'a qu'un cercle de grands canaux aériens qu'entourent toujours 3-5 couches de parenchyme. J'ai toutefois observé deux cercles de canaux à air dans l'*Elodea canadensis* recueilli par M. Engelmann à Saint-Louis, bien qu'il n'y eût pas de différence anatomique saillante entre la tige de la plante américaine et celle de la plante anglaise.

Les plus longs entre-nœuds que j'aie vus n'avaient qu'un centimètre de longueur ; la plupart ont une longueur moindre, et ils vont en se raccourcissant continuellement, à mesure qu'ils approchent davantage de l'extrémité de la tige. Le bourgeon terminal est en cône obtus, presque cylindrique, très mince, arrondi dans le haut, blanchâtre, et son tissu est facile à étudier, tandis qu'il est très obscur dans l'*Hydrilla verticillata*. Il est composé presque entièrement, à sa surface, de cellules hexagonales, qui renferment des matières protéiques blanchâtres, très finement granuleuses, avec un nucléus globuleux, solide, brunissant également sous l'action de l'iode. Il n'y a pas vestige de fécule dans le bourgeon terminal, ni dans les feuilles les plus jeunes. Au sommet du bourgeon terminal vu par en haut, je n'ai pas observé de cellule terminale plus grande, mais toutes se sont montrées également hexagonales à leur surface. Il est donc vraisemblable que la tige s'accroît par division non d'une cellule apicilaire, mais de toutes celles qui se trouvent à son extrémité.

3. Feuille de l'*Elodea canadensis*.

Au-dessous du bourgeon terminal, à une distance d'environ deux fois son diamètre, apparaissent les feuilles les plus jeunes, disposées en verticilles ternaires alternes entre eux, d'où il résulte que les feuilles forment sur la tige six files longitudinales.....

La feuille *adulte* montre, sur sa section transversale, deux couches de cellules (comme celle de l'*Hydrilla verticillata*, fig. 6), et une côte médiane formée de longues cellules conductrices; le long de celle-ci, la feuille offre dans son épaisseur trois couches de cellules; on voit dans cette côte quelques petits canaux aériens entourés chacun de quatre files de cellules. La feuille a tout au plus cinq lignes de longueur et une ligne de largeur; sa forme est ovale ou oblongue, ou même linéaire; elle se rétrécit en pointe émoussée. Les cellules renferment beaucoup de grains pariétaux de chlorophylle qui, vus d'un côté, sont presque circulaires, tandis qu'ils se montrent aplatis dans l'autre sens.

La chlorophylle de la feuille adulte de l'*Elodea canadensis* présente sur tout son pourtour, comme la chlorophylle en général et la fécule, une marge (1) claire (fig. 22, *A*, *B*, *C*, *c*) qui devient très visible, lorsqu'avec la main on modère la lumière qui arrive au microscope, ou qu'on place le miroir de manière à rendre le champ à moitié obscur. J'ai vu cette marge avec tous les bons microscopes dont j'ai pu faire usage, savoir ceux de Schick, d'Oberhaüser, de Benèche. La dénomination sous laquelle je la désigne ne doit faire rien préjuger sur l'explication du phénomène. La marge persiste après l'emploi de l'iode, qui ne la colore pas; l'iode et l'acide sulfurique ne la bleuissent pas et ne la modifient point; on la voit après avoir fait bouillir la matière verte dans l'alcool; elle se montre d'elle-même après que la chlorophylle est restée pendant un jour dans l'acide sulfurique concentré, et

(1) Nous croyons devoir rendre par ce mot la dénomination de *Schein*, apparence, semblant, etc., donnée provisoirement par l'auteur à l'espèce de bordure transparente et incolore qu'il signale autour des grains de fécule et de chlorophylle. (Note du Traducteur.)

que la paroi cellulaire a été détruite. Cependant, pour la voir dans l'acide sulfurique concentré, il faut mettre quelques gouttes de substance sur une feuille entière; l'action s'exerce alors lentement. Si, au contraire, on met l'acide concentré sur des tranches ou des morceaux de feuille, l'action est trop subite et la chlorophylle est entièrement détruite. M. Nægeli a qualifié cette marge de membrane (1), et il l'a même regardée comme formée de cellulose; mais il a reconnu plus récemment que cette dernière opinion n'était pas fondée (2). Il pense aujourd'hui que c'est de la matière protéique coagulée, ce qui n'est pas non plus exact, car l'iode ne la colore ni en jaune, ni en brun, pas plus que l'iode avec l'acide sulfurique. La marge de la chlorophylle n'est pas, comme celle de la fécule, un phénomène d'interférence, ainsi que le prouve ce fait observé par M. Nægeli dès 1856, et figuré par lui dans le *Conferva glomerata*, que, lorsque les grains de chlorophylle sont assez serrés pour en devenir polyédriques, ils ne se touchent pas par leur portion verte que sépare une substance incolore formant la marge. Cette bordure des grains se comporte, sous le rapport optique et avec les réactifs (l'iode, l'iode joint à l'acide sulfurique affaibli, l'acide sulfurique concentré, la potasse), comme la gélatine qui souvent forme une couche très épaisse dans les Algues, par exemple dans le *Tetraspora bullosa*, l'*Hyalotheca dissiliens;* d'où je serais porté à y voir un revêtement gélatineux, mais non pas une membrane. Dans la chlorophylle, je n'ai pas vu, comme dans la fécule, outre la marge, des lignes d'interférence parallèles au contour du grain.

Les grains de chlorophylle de l'*Elodea canadensis* présentent encore, de même que dans beaucoup d'autres plantes, telles que le *Vallisneria spiralis*, l'*Aponogeton distachyum*, le *Victoria regia*, un phénomène qui n'a pas été remarqué jusqu'à ce jour, bien qu'on doive toujours en tenir compte lorsqu'on étudie la chlorophylle. Leur partie verte montre souvent, *mais pas toujours*, un

(1) Nægeli et Schleiden, *Zeitschr. für wissensch. Botanik*, cahiers 3 et 4, p. 110 et suiv., tab. 3, fig. 12, 17.

(2) *Systematisches Uebersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich*, 1853, p. 16.

bord plus clair non granuleux (fig. 22, *A*, *A*, *d*), et un milieu plus sombre, opaque, ponctué-granulé (fig. 22, *A*, *A*, *e*), quelquefois circonscrit par une ligne foncée plus ou moins évidente. (M. Caspary est porté à regarder cette ligne foncée, de même que dans la fécule, dans les gouttelettes d'huile et dans les bulles d'air, comme une ligne d'interférence, et par conséquent comme un phénomène purement optique. Il ajoute que le professeur Helmholtz en a donné la même explication.)

La chlorophylle de la feuille de l'*Elodea canadensis* ne renferme pas de fécule, pas plus que celle du *Vallisneria spiralis*. Si l'on fait bouillir dans l'alcool un bout de branche avec ses feuilles jusqu'à le décolorer tout à fait, et si l'on déchire ensuite la feuille avec des aiguilles, de manière à faire sortir des cellules la chlorophylle, dont les grains se voient alors très bien, on reconnaît que le traitement par l'iode brunit tous ces grains uniformément, par conséquent qu'il ne s'y trouve pas de fécule contenue; cette observation peut être faite à tous les degrés du développement de la feuille.

Les cellules marginales de la feuille, ainsi que celles qui longent la côte, renferment très peu de chlorophylle, ce qui fait paraître le bord blanchâtre sur les échantillons secs. Ce bord a des dents de scie jusqu'au sommet; ces dents sont formées d'une seule cellule en saillie, qui est brune à l'état adulte. Ces dents de scie droites, aiguës, peu dirigées en avant, distinguent au premier coup d'œil la feuille de l'*Anacharis Alsinastrum* de celle de l'*Hydrilla verticillata*, qui a des dents arquées et formées de 3-9 cellules. Sur le sommet se trouve la plus grosse dent, qui est tout à fait droite.

Comme dans l'*Hydrilla verticillata*, le contenu des cellules circule le long de leurs parois; le plan du courant est celui de la surface de la feuille. La chlorophylle qui se trouve sur la paroi externe reste immobile; cependant çà et là des grains, et particulièrement ceux qui se trouvent latéralement, sont entraînés par le courant lorsqu'il est rapide. — M. Branson a vu que, sous l'action de la lumière polarisée, les cellules marginales longues, étroites, pauvres en chlorophylle, et celles de la côte médiane, se montrent bien éclairées, tandis que les autres sont obscures; il en conclut que

ces cellules marginales et médianes renferment de la silice. L'observation est exacte et la conclusion erronée..... Lorsqu'on brûle ces feuilles, elles ne laissent pas un squelette insoluble dans les acides, cumme le fait l'*Equisetum hyemale*. Dès lors ces cellules, qui se montrent bien éclairées sous l'influence de la lumière polarisée, ne manifestent pas de silice par les moyens chimiques, et les phénomènes optiques qu'elles présentent paraissent tenir uniquement à leur structure.

J'ai suivi la feuille de l'*Elodea canadensis* dans son développement, à partir d'états plus jeunes que pour l'*Hydrilla verticillata*. J'ai déjà dit comment se montrent les feuilles sur leur profil dans les verticilles les plus jeunes. Cependant il ne m'a pas été possible d'en observer par en haut les premiers états, et je ne puis dire si elles naissent par l'exhaussement d'une ou de plusieurs cellules. Dans l'état le plus jeune que j'aie pu voir avec précision sur la coupe transversale du bourgeon terminal traitée par la solution de potasse (pl. XIII, fig. 24), la feuille se montrait sous la forme d'un demi-cercle plan, presque réniforme; elle avait à son pourtour *cde* huit cellules, et à son diamètre sept cellules. Ce qui est le plus important, c'est que les deux cellules terminales *b*, *b'* indiquent par leur disposition et par leurs faibles dimensions qu'elles sont provenues d'une cellule mère égale aux autres en grandeur. La cellule terminale de la feuille n'est donc pas formée définitivement dès le commencement, mais une division s'opère aussi en elle. A cette époque, la feuille produit de nouvelles cellules non à son sommet seulement, ni à sa base seulement, mais partout. Dans un état plus avancé, son contour demi-circulaire présente onze cellules, et son diamètre en a huit; plus tard, le contour offre seize cellules, et au diamètre on en compte douze. Cependant on n'y distingue pas encore, par des caractères particuliers, une cellule terminale, et celle qui la termine dans les deux cas est semblable aux autres pour les dimensions et le contenu; on ne peut dès lors douter que les cellules de l'extrémité ne se divisent continuellement comme les autres. Mais la division cesse enfin de s'opérer dans une cellule du sommet, qui devient dès lors plus grande que les autres, et à laquelle son contenu, perdant de sa densité, donne plus de trans-

parence. Dès cet instant, la feuille ne s'agrandit plus sur toute sa surface, mais bien dans sa portion inférieure. La cellule terminale, ou la dent apicilaire, est la première de la feuille qui atteigne son état adulte. L'accroissement de la feuille par sa base, à partir de ce moment, est prouvé par les trois faits suivants : 1° Les autres dents de la feuille naissent selon une succession descendante, l'inférieure apparaissant en dernier lieu ; elles brunissent également dans le même sens, l'inférieure brunissant la dernière. 2° Les cellules de la base sont les dernières à grandir. Dans la feuille adulte, celles qui se trouvent près du sommet sont à peu près de même grandeur ou même un peu plus petites que celles de la base, tandis qu'à l'état de demi-développement, les premières sont deux ou trois fois plus longues que larges, lorsque les dernières sont aussi larges que longues. 3° La production de la chlorophylle se fait d'abord au sommet de la feuille, et finalement à sa base. *La chlorophylle se développe de la manière suivante :* Les feuilles très jeunes contiennent une matière blanchâtre en grains extrêmement fins, et un cytoblaste globuleux ; dans le quatorzième ou quinzième verticille, au-dessous du sommet, le contenu cellulaire commence à prendre une teinte légèrement verdâtre. Aux premiers temps de cette coloration, je n'ai pu reconnaître, avec les meilleures lentilles ni avec le meilleur éclairage, si la couleur verte appartenait à la portion liquide du contenu cellulaire ou aux granules.... Plus tard, la couleur verdâtre se montre inhérente à de très fins granules, dont je ne puis indiquer la structure. Une solution faible d'iode ne les colore pas, tandis qu'elle bleuit les petits granules d'amidon qui se trouvent à côté d'eux ; une forte solution d'iode (de la couleur du café clair) les brunit comme elle le fait pour la matière protéique des cellules jeunes. Il ne me paraît pas y avoir de motif pour admettre que les grains de chlorophylle proviennent ici de granules d'amidon. Je me suis assuré, pour les feuilles de la tige du *Victoria regia*, que la chlorophylle ne tire pas son origine de la fécule ; car cette substance n'existe pas en général dans les feuilles jeunes de cette plante, à une époque avancée de sa végétation. Les granules de chlorophylle de l'*Elodea canadensis* sont situés contre les parois des cellules,

mais sans être répartis uniformément ; et on les voit surtout contre les parois latérales.... Ils grossissent graduellement, et rendent par là de plus en plus prononcée la teinte verte de la feuille. On les voit déjà très bien dans une feuille parvenue au tiers de sa grandeur définitive ; alors leurs dimensions absolues sont de $\frac{1}{625}$ à $\frac{1}{769}$ de ligne ou 0,0016 à 0,0013 de ligne. Dans cet état, on y distingue : 1° une marge claire circulaire ; 2° la masse plus intérieure, verdâtre, uniforme, mal limitée. Ils se montrent circulaires dans un sens, et aplatis dans l'autre. Par suite de leur grossissement graduel, ils ont enfin, dans la feuille adulte, un diamètre double ou même plus que double de celui-là, que j'ai reconnu être de $\frac{1}{357}$ à $\frac{1}{263}$ de ligne, soit plus exactement de 0,0028 à 0,0038 de ligne. Un grain de chlorophylle entièrement formé présente : 1° la marge, que je considère comme un revêtement gélatineux ; 2° le noyau vert, qui souvent ne se montre composé que de granules extrêmement petits, réunis en une masse verte uniforme, tandis que parfois on y distingue (surtout en traitant par l'iode et l'acide sulfurique étendu) un contour extérieur plus clair, non granuleux, et un milieu granuleux, plus foncé et plus opaque, avec une ligne de séparation entre les deux, produite par un simple phénomène optique d'interférence.

(M. Caspary n'admet pas plus que M. Mohl l'opinion de M. Nægeli, qui regarde les grains de chlorophylle comme formant autant de vésicules.)

Dans les feuilles non adultes, on voit la chlorophylle encore très jeune à la base, tandis qu'elle est déjà beaucoup plus développée au sommet..... Au contraire, dans leur état adulte, elles montrent la chlorophylle identique à la base et au sommet.

Les résultats généraux des observations sur le développement de la feuille oblongue-linéaire de l'*Elodea* sont : 1° Que, pendant la première période, il se forme de nouvelles cellules partout, même au sommet, *qui constitue aussi dès lors un point végétatif ;* 2° que, dans la seconde période, le sommet cesse le premier de produire des cellules, et qu'il forme la portion la plus vieille, déjà tout à fait constituée, de la feuille, pendant que la portion basilaire de celle-ci continue de croître. Le premier de ces résultats s'est

montré identique pour toutes les feuilles que j'ai observées avec soin, comme pour le *Ceratophyllum demersum*, les *Utricularia vulgaris*, *minor* et *intermedia*, le *Victoria regia*, l'*Euryale ferox*, le *Nymphæa alba*, le *Nuphar luteum*, les *Hydrocotyle vulgaris*, *americana*, *sibthorpioides*, le *Tropæolum majus*, l'*Ailantus glandulosa*, etc. J'ai communiqué les résultats de mes observations sur le développement des feuilles de ces plantes, le 20 septembre 1854, au congrès des naturalistes à Gœttingue (*Tageblatt*, p. 28). Cette production de cellules au sommet des feuilles dure plus ou moins longtemps, selon les espèces; la durée en est très faible, par exemple, dans les *Hydrocotyle*, tandis qu'elle est considérable chez les *Nymphæa*, et surtout chez quelques Méliacées, comme le *Guarea trichilioides*, où le sommet continue pendant des années entières à produire périodiquement de nouvelles cellules. Quant au second résultat, on ne le constate pas partout, et il y a beaucoup de feuilles dans lesquelles le sommet n'est pas la partie la plus âgée; dans les Méliacées (*Guarea trichilioides*, *Melia Azedarach*, *Trichilia spondioides*) et dans l'*Ailantus glandulosa*, par exemple, ce n'est pas le sommet de la feuille, mais bien celui de la foliole latérale inférieure qui est le point le plus vieux, et qui est déjà complétement formé, tandis que la feuille continue de s'accroître par le haut. Ce n'est pas ici le lieu de discuter les travaux de MM. Trécul et Schacht sur le développement des feuilles, ni les résultats différents des miens, auxquels est arrivé plus particulièrement ce dernier, qui n'a pas porté son attention sur les premiers états de ces organes; je me propose de faire connaître ailleurs les recherches étendues que j'ai faites sur ce même sujet.

Les ramifications de la tige de l'*Elodea canadensis* sont axillaires. Sur les trois feuilles du verticille (*a*, *a'*, *a"*, fig. 23), une seule (*a'*) présente à son aisselle une branche secondaire (2), à la base de laquelle se trouvent deux feuilles latérales (*b*, *b'*), ovales, aiguës, qui distinguent immédiatement cette plante de l'*Hydrilla verticillata*, celui-ci n'ayant au même point qu'une seule feuille adossée à l'axe. Cet axe secondaire (2) présente ensuite trois autres paires de feuilles qui alternent avec la première (*b*, *b'*), et

entre elles (*c*, *c*, *d*, *d*, *e*, *e*); ce n'est que le cinquième verticille qui commence à montrer trois feuilles (*b*, *g*, *h*), de même que les suivants. Il est rare de trouver des verticilles de plus de trois feuilles ; cependant j'en ai vu de quatre et de cinq. A côté de l'axe secondaire (2), on trouve dans l'aisselle de la feuille *b'* un axe tertiaire (fig. 23, 3), qui prend naissance au premier nœud de la branche 2, dans l'aisselle de la feuille *b'*, et dont la première paire de feuilles (*b''*, *b''*) se montre encore latérale. On peut très bien se convaincre que l'axe 3 est tertiaire, et non du même ordre que l'axe 2, en faisant une coupe transversale qui montre son faisceau de cellules conductrices naissant du premier nœud de l'axe 2. Du nœud de l'axe 1, auquel appartiennent les feuilles *a*, *a'*, *a''*, et d'où part l'axe 2, à la base de l'axe secondaire (2) se montre, au-dessous de la feuille latérale *b* (fig. 23), la racine *r*, qui ne traverse pas cette feuille, et qui appartient dès lors à l'axe 1.

4. La racine.

Son origine vient d'être indiquée. Elle est filiforme et simple ; les plus longues que j'aie vues avaient 2 pouces 1/2 de longueur. Elle présente, comme celle de l'*Hydrilla*, une piléorhize, dont les couches externes se détruisent et se détachent, particulièrement vers la base de la racine. Son écorce est composée d'un parenchyme qui contient un suc blanchâtre, avec des granules également blanchâtres, non formés d'amidon, et que traversent de nombreux canaux aériens, limités par 4-7 cellules. Au milieu se trouve un faisceau de cellules conductrices, qui offre à son centre un canal contenant non pas de l'air, mais un liquide, et circonscrit par 10-11 cellules. Faute de matériaux suffisants, je ne puis dire en ce moment si ce canal était d'abord un vaisseau, comme celui de la tige. Les poils radicaux, que je n'ai pas vus dans l'*Hydrilla verticillata*, se développent ici comme des excroissances grêles et filiformes des cellules de la couche externe ; ils sont cependant peu nombreux, et ne commencent qu'à 3 ou 4 lignes audessus de la piléorhize ; ils n'apparaissent même qu'un peu tard,

puisqu'ils manquent encore sur de jeunes racines longues d'un pouce. Je n'ai pu reconnaître de gaîne protectrice dans cette racine. Elle n'a pas non plus de moelle.

5. Les stipules.

Dans l'aisselle de la feuille sont situées deux stipules intrafoliacées, arrondies ou ovales, et très petites, leur longueur n'étant que de $\frac{1}{16}$ à $\frac{1}{13}$ de ligne, qui ne renferment pas de chlorophylle. Elles sont formées de deux couches de parenchyme homogène, blanchâtre, sans cellules conductrices. On voit parfaitement ces deux assises de cellules sur une coupe transversale. Ces stipules se distinguent immédiatement par leur forme arrondie ou ovale, et par leur bord entier, de celles de l'*Hydrilla verticillata*, qui sont oblongues, presque linéaires et frangées. Elles naissent de la tige beaucoup plus tard que la feuille à l'aisselle de laquelle elles se trouvent. On n'en voit pas de traces aux 14 ou 15 verticilles les plus jeunes ; elles ne se montrent que plus tard.... Avec l'âge, les stipules brunissent. Dans l'aisselle des feuilles âgées elles ont disparu pour la plupart, mais on les voit parfaitement conservées sur une longueur d'environ 3 pouces à partir de l'extrémité de la tige.

6. La fleur femelle.

Le tube du périanthe supère est long d'environ 1 pouce et demi et filiforme ; son bord forme 6 lobes, dont les 3 extérieurs sont ovales, et dont les 3 intérieurs sont plus étroits, aigus, presque aussi longs que les extérieurs. D'après M. Babington, il y a 3 étamines avortées, filiformes ; cependant dans les trois fleurs de mon herbier que j'ai examinées attentivement, je n'en ai vu qu'une ou deux. D'un autre côté, M. Babington n'a vu et figuré que 2 stigmates, tandis que j'en ai trouvé 3. Ce botaniste décrit ces stigmates de manière à montrer qu'il n'a pas été très bien fixé à leur égard... ; je les ai vus filiformes, papilleux et pointus, nullement émarginés. Mais sur des fleurs ramollies on ne peut parfaitement déterminer la forme d'organes si délicats. M. Torrey les décrit comme plus ou moins profondément bilobés. MM. Hooker et Arnott disent :

Les stigmates sont seulement échancrés dans la plante anglaise, mais ils ont une ligne longitudinale qui indique une tendance à devenir bifides après la fécondation. Or cette indication n'est pas basée sur l'observation, puisqu'il ne peut y avoir de fleurs femelles fécondées, à cause de l'absence des mâles. Les ovules ont 2 téguments; j'ai trouvé, dans 2 ovaires, 2 ovules pour l'un, 3 pour l'autre, sessiles et horizontaux, particularité remarquable, puisqu'on ne voit les ovules horizontaux dans aucune autre Anacharidée. Le troisième ovaire que j'ai examiné avait 4 ovules dressés, presque sessiles; ils étaient orthotropes dans les 3 fleurs. Comme d'autres espèces du même genre ont aussi les ovules dressés, je présume que ceux de ma troisième fleur d'*Elodea canadensis* étaient seuls dans leur situation normale.

Cette plante ne paraît pas former de bourgeons hivernaux; du moins, à l'état cultivé, elle n'en donne pas, et elle ne diffère en rien pendant l'hiver de ce qu'elle est pendant l'été, si ce n'est par sa végétation moins luxuriante.

Elodea canadensis **Rich. et Mich., sensu strictiori,**
Pl. hermaphrodita.

(M. Caspary était d'abord d'avis que l'*Elodea canadensis*, d'un côté, l'*Anacharis Nuttallii* Planch. et l'*A. Alsinastrum* Bab., de l'autre, constituaient deux espèces distinctes. Sous les rapports morphologique et anatomique, les organes végétatifs de l'*Anacharis Alsinastrum* et de l'*Elodea canadensis* sensu strict., ne présentent pas la moindre différence. Il rapporte à ce dernier les échantillons à fleurs hermaphrodites, recueillis en Amérique, dont il a pu examiner une quinzaine dans les herbiers d'Europe. Cette étude attentive le conduit à tracer de cette plante la description suivante):

Elodea canadensis Rich. et Mich., sensu strict. *Radices* simplices, æquales, filiformes, ex axillis foliorum ad basim ramorum orientes, longissimæ (6 poll.). *Folia* sessilia verticillata; *ad basim rami folia 2 deltoidea, lateralia, opposita*, ad nodos 3 v. 4 infimos sequentes folia 2, ad ceteros folia 3; infima ramorum ovata,

1-2 lin. longa, superiora lineari-lanceolata, acuta, 4-6 lin. longa, omnia $\frac{1}{3}$-$\frac{3}{4}$ lin. lata, minute serrata, serraturis utrinque 14-25, cellula unica supra marginem prominentibus, antrorsum versis, rectis, vix brunneis; cellulis marginalibus paulo illis disci longioribus, tenuioribus et minus chlorophylli gerentibus. *Stipulæ intrafoliaceæ* 2, *ovatæ*, subcirculares, chlorophyllo destitutæ, *margine integerrimæ*, *haud papillosæ*, *passim tantum cellula marginali semiglobose supra marginem prominenti*, *minutissimæ*, $\frac{1}{11}$-$\frac{1}{10}$ lin. *longæ* (accuratius 0,0686-0,1014 lin.), parenchymaticæ, fasciculo cellularum conductricum nullo. *Internodia* 2-3 lin. longa. *Flos hermaphroditus*, solitarius, axillaris. Spatha linearis, apice lobis 2 triangularibus, acutis, membranacea, germen includens. Germen lineari-lanceolatum, placentis 3 parietalibus, 1-loc., gemmulis 4 (in exempl. Herb. vindob.) orthotropis, subsessilibus, erectis, funiculis brevissimis, subnullis, integumentis 2. Tubus calycis filiformis, longissimus. Sepala 3, ovalia; petala 3, ovalia, sepalis angustiora, eaque longitudine subæquantia et cum iis alternantia. Stamina vel 3-6 et plura, filamentis sterilibus nullis, vel 3 pollinifera et 3 sterilia, filamentum filiforme, antheram oblongam longitudine æquans, stamina longitudine sepala subæquantia. Pollen globosum, minutissime aculeolatum, flavum. Anthera post emissionem pollinis petaloideo-expansa. Stigmata 3 linearia, apice incrassata, sepala plus quam dimidio vel bis et dimidio longitudine superantia, apice biloba vel subbipartita.

(Koch ayant regardé l'*Hydrilla verticillata* du lac de Damm comme identique avec les échantillons de l'*Elodea canadensis* recueillis par Moser à Bethlehem en Pensylvanie, M. Caspary résume, en regard les uns des autres, les caractères déjà exposés plus haut que présentent ces deux plantes; il conclut de cette comparaison que les différences sont assez grandes pour ne pas permettre la réunion de ces deux espèces.)

Anacharis Nuttallii **Planch., planta dioica.**

(Après avoir indiqué les échantillons d'herbier qu'il croit pouvoir rapporter à l'*Anacharis Nuttallii* Planch., M. Caspary en

donne une description étendue.) Les différences qui existent entre les organes végétatifs de l'*Anacharis Nuttallii* et ceux de l'*Elodea canadensis* Rich. sensu strict., consistent seulement en ce que les stipules de la première sont un peu plus grandes, que leurs feuilles sont un peu plus petites et plus fortement rétrécies vers le sommet, et que la plante entière est un peu plus petite. Les dents de scie, les deux petites feuilles latérales qui se trouvent à la base de chaque branche, la configuration des stipules, le nombre des feuilles dans chaque verticille, toutes les autres particularités du port sont semblables dans les deux plantes. Les différences qu'on remarque paraissent être simplement individuelles et n'ont pas la moindre valeur. L'organisation de la fleur femelle est semblable à celle des fleurs hermaphrodites de l'*Elodea canadensis* sensu strict. Indubitablement des recherches plus attentives feront découvrir les fleurs hermaphrodites qu'on n'a pas encore observées sur la plante de Saint-Louis.... Je ferai observer que j'ai étudié à fond l'*Elodea canadensis* de la Grande-Bretagne (*Anacharis Alsinastrum*), l'*El. canadensis* Rich. et Mich., pl. hermaphrodita, et l'*El. canadensis*, pl. dioica, principalement dans le but de faire mieux ressortir l'identité qui existe entre leurs différentes parties.

(M. Caspary s'occupe ensuite des autres espèces d'*Elodea*, pour la plupart desquelles il donne une description étendue. Voici l'indication de ces espèces : 1° *Elodea latifolia* Casp. Il désigne provisoirement sous ce nom une plante dont il existe 5 échantillons sans fleurs dans l'herbier de Vienne, avec l'étiquette suivante : « *Potamogeton densum* L. Ab europæo differre videtur. Amer sept. Schweinitz. » On en conserve un autre échantillon dans l'herbier de Leipzig. — 2° *Elodea Schweinitzii* (*Apalanche Schweinitzii* Planch., *Ann. des sc. nat.*, l. c., p. 76). L'échantillon original se trouve dans l'herbier de M. Hooker ; il a été recueilli dans l'Amérique du Nord par Schweinitz. La plante ne diffère pas de l'*Elodea canadensis* pour les organes végétatifs ; l'auteur n'y voit qu'une espèce extrêmement douteuse, et tout simplement une forme à ovaire stipité de l'*El. canadensis*. — 3° *Elodea Planchonii* (*Anacharis canadensis* Planch., l. c., p. 76). L'espèce a été établie

sur deux échantillons de l'herbier de M. Hooker, venus l'un et l'autre de l'Amérique du Nord, qui ressemblent entièrement à l'*El. canadensis*, pl. dioica (*Anacharis Nuttallii* Planch.), pour l'herbe et même pour la fleur femelle. Toute la différence réside dans la fleur mâle, qui se distingue de celle de l'*Anacharis Nuttallii* par son périanthe, non à 6, mais à 3 parties; mais peut-être, dit M. Caspary, la seule fleur qui existe a-t-elle été endommagée. — 4° *Elodea chilensis* (*Anacharis chilensis* Planch., l. c., p. 75). Cette plante a été récoltée au Chili par Bertero, d'Orbigny, MM. Cl. Gay et Cuming; elle ressemble tellement à l'*Elodea canadensis*, que M. Asa Gray est porté à la réunir à celui-ci. Cependant M. Caspary trouve entre les deux des différences suffisantes pour en autoriser la séparation. Il en donne une description étendue. — 5° *Anacharis Matthewsii* Planch., l. c., p. 73. Cette plante, recueillie au Pérou par Matthews, ne diffère de l'*Elodea chilensis* que par sa fleur mâle à 9 étamines au lieu de 6; mais le nombre de ces organes variant de 3 à 6 et 9 dans l'*El. canadensis*, et probablement aussi dans les autres espèces, il semble difficile de baser une distinction spécifique sur ce seul caractère. — 6° *Elodea callitrichioides* (*Anacharis callitrichioides* Rich., *Mém. de l'Inst.*, l. c., p. 7). Il n'existe que dans l'herbier du Muséum, venant de Buenos-Ayres, et dans celui de M. Hooker, venant de la Plata. L'auteur est très porté à n'y voir qu'un *Elodea chilensis* à feuilles étroites et à anthères non pas jaunes, mais bleuâtres. Mais la question ne peut être décidée avec les matériaux fort médiocres qu'on en possède. — 7° *Elodea guyanensis* Rich., l. c., p. 4. Richard l'a observé vivant dans la Guyane française. M. Caspary en décrit avec beaucoup de détails la forme ordinaire. Sprengel en a distingué une variété *dicranoides* dont le savant allemand n'a pas vu la fleur. — 8° *Elodea granatensis* H.B.K., *Plant. équinox.*, 1809, II, p. 150, pl. 128. L'auteur n'en connaît la fleur que par la description de Kunth, qui n'est pas tout à fait conforme aux échantillons originaux; il dit ne pouvoir distinguer nettement l'*El. granatensis* de l'*El. guyanensis*. — 9° *Elodea densa* (*Egeria densa* Planch., *Ann. des sc. nat.*, l. c., p. 81). Il en existe dans l'herbier de M. Hooker neuf échantillons recueillis à Buenos-Ayres par

Tweedie. C'est une belle espèce bien tranchée, dont M. Caspary donne une description. Il en a vu les anthères parfaitement ouvertes, bien que M. Planchon dise qu'elles ne s'ouvrent pas. — 10° *Elodea Naias* (*Egeria Naias* Planch., l. c., p. 80; *Anacharis Hilariana* Casp., Msc. in herb. Mus. Par.). Plante du Brésil, dont l'auteur donne une description sans y comprendre la fleur femelle qu'il n'a pas vue.)

GENRE LAGAROSIPHON Harvey.

Le caractère de ce genre consiste en ce qu'il est dioïque et triandre, qu'il se forme dans une spathe beaucoup de fleurs mâles et non d'une à trois, que ses feuilles sont éparses, enfin que ses ovules sont orthotropes et dressés. On doit regarder comme en étant le représentant le *Lagarosiphon muscoides* du cap de Bonne-Espérance, que M. W.-H. Harvey a décrit le premier dans le *Hooker's Journal of Botany*, 1842, IV, p. 230. L'*Udora cordofana* Hochst. rentre également dans ce genre.

Lagarosiphon muscoides Harvey.

(Cette espèce est, parmi les Hydrillées, celle pour laquelle M. Caspary a eu sous les yeux les matériaux les plus complets; il en a vu non-seulement des fleurs mâles et femelles, mais même des échantillons en fruit; c'est même la seule Hydrillée dont il ait pu étudier le fruit et la graine. Aussi en donne-t-il une description étendue. L'embryon de cette plante ressemble beaucoup à celui des *Naias major*, *minor* et *flexilis*. Presl, et après lui MM. Planchon et Chatin, ayant fait à tort de cette espèce un *Hydrilla*, M. Caspary présente comparativement, et de la manière suivante, les caractères qui lui semblent séparer nettement les *Lagarosiphon* et les *Hydrilla*.)

LAGAROSIPHON.	HYDRILLA.
1. Spatha plantæ masculæ multiflora.	1. Spatha plantæ masc. uniflora.
2. Ovula orthotropa.	2. Ovula anatropa.
3. Ovula omnia erecta.	3. Ovula inferiora pendula, superiora adscendentia.
4. Folia spiraliter disposita.	4. Folia verticillata.
5. Folia 2 vel 3 ad basin ramorum connata, vaginantia.	5. Folium unicum ad basin ramorum amplexicaule.

La coupe transversale de la tige figurée par M. Chatin (*loc. cit.*, pl. IX, fig. 4) est exacte, bien qu'il existe le plus souvent trois cercles de canaux à air; au contraire son dessin de la feuille, *b'*, est inexact; 3-5 couches de cellules du bord sont beaucoup plus étroites et plus longues que celles du disque, et elles manquent de chlorophylle : or ces trois particularités ont été négligées dans la figure; de plus les dents ne sont pas représentées fidèlement. Dans la tige de cette plante, le parenchyme qui entoure le faisceau de cellules conductrices est épaissi en couche plus cohérente que le reste, et forme une gaîne protectrice; la couche adjacente de cellules conductrices est remplie d'un contenu plus obscur et plus trouble.

Lagarosiphon cordofanus.

(L'auteur en a vu de nombreux échantillons, mais sans branches ni racines. Il n'en connaît pas la fleur mâle. Il en donne une description.)

M. Chatin (*Anat. compar.*, pl. XI, fig. 1) donne une figure inexacte de la section transversale de la tige, qu'il représente pleine et sans le moindre canal aérien (*loc. cit.*, p. 26). Or, au contraire, cette tige offre plus de canaux aériens qu'aucune autre Hydrillée, puisqu'il y en existe quatre cercles (fig. 29). Comme dans le *Lagarosiphon muscoides*, tout autour du faisceau de cellules conductrices, le parenchyme est fortement épaissi, non pas simplement en une couche, mais en deux; dans les cellules de la couche intérieure ce sont les parois internes, et dans celles de la couche extérieure ce sont les parois externes qui sont les moins épaisses (fig. 29, *c*). Ainsi que dans toutes les Hydrillées, au milieu du faisceau conducteur se trouve un grand canal aérien.

Cette plante n'est pas un *Elodea*, puisque ses feuilles ne sont pas verticillées, mais spiralées, et qu'il est fort rare d'en rencontrer deux ou trois situées presque à la même hauteur. En outre, la présence de papilles au sommet de ses stipules, la forme des dents de ses feuilles, les longs funicules de ses ovules, ne concordent pas avec ce qui existe chez les *Elodea*. Bien que les fleurs mâles en soient incon-

nues, je l'ai rattachée au genre *Lagarosiphon*, parce que la forme des dents de ses feuilles, la disposition spiralée et non verticillée de celles-ci, la gaîne protectrice très marquée, enfin la longueur des funicules, la rapprochent beaucoup du *L. muscoides*.

Rapports de la plante du lac de Damm avec les autres Hydrillées (Anacharidées Endl.).

(Dans ce paragraphe, M. Caspary dit s'être convaincu, par l'étude approfondie de beaucoup d'échantillons d'*Hydrilla* de pays très divers, que la plante du lac de Damm, qui est semblable à celle de la Lithuanie et de la Prusse orientale, ne diffère pas non plus des autres quant aux organes végétatifs, et qu'il n'y a pas de motif pour admettre dans ce genre plus d'une espèce ni autre chose que de simples formes de l'*H. verticillata*. Il ajoute que la plante du lac de Damm diffère sous quatre rapports essentiels de l'*Elodea canadensis* Mich., et qu'elle ne peut appartenir au même genre ni, à plus forte raison, à la même espèce que celle-ci. Cette dissemblance existe aussi pour tous les autres genres et espèces d'Hydrillées. L'*Hydrilla verticillata* est même si nettement caractérisé, qu'on peut voir, sur un simple fragment de feuille comprenant une ou deux dents et sept ou huit séries de cellules superficielles, si l'on a sous les yeux un *Hydrilla* ou une plante d'un autre genre.)

Peut-on déterminer les espèces d'Hydrillées d'après le nombre et l'arrangement des canaux aériens de la tige et d'après la forme des grains d'amidon ?

M. Chatin prétend (par exemple, *Anat. comp.*, p. 28) que les espèces du groupe des Hydrillées peuvent être distinguées les unes des autres d'après la forme et le volume des grains d'amidon contenus dans leur tige, et d'après le nombre ainsi que l'arrangement des canaux aériens qu'elle offre. L'amidon présente fort peu de variété pour la grosseur et la forme, selon les espèces (voy. Chatin, *Anat. comp.*, pl. IX, fig. 2, 5, 8; pl. X, fig. 2, 5; pl. XI, fig. 2, 5), et il manque souvent, par

exemple, dans l'*Hydrilla verticillata* var. *gracilis*, qui ne m'en a montré absolument que dans ses bourgeons hivernaux; d'ailleurs il ne fournit qu'un caractère très peu sûr, ou plutôt il ne fournit pas le moindre caractère pour la distinction des espèces. Le nombre et l'arrangement des canaux aériens sont aussi tout à fait insuffisants pour conduire au même résultat. Dans l'*Hydrilla verticillata* var. *gracilis*, la seule forme de cette espèce que j'aie pu étudier suffisamment à l'état frais, il existe un ou deux cercles de canaux aériens, embrassés par 1-4 couches de parenchyme; j'y ai vu des sections transversales, comme celle que figure M. Chatin (*loc. cit.*, pl. IX, fig. 1 et 7), à un seul cercle de canaux aériens embrassé par quatre couches de parenchyme, et d'autres à deux cercles de canaux aériens limités par une seule assise parenchymateuse. D'un autre côté, les sections transversales de la tige des diverses espèces d'*Elodea* ont une telle ressemblance entre elles, et en partie avec celle de l'*Hydrilla*, que je ne sais comment on pourrait en tirer des caractères distinctifs, surtout sur des échantillons secs. Quant aux *Lagarosiphon muscoides* et *cordofanus*, ils sont faciles à distinguer des autres genres, à la gaîne protectrice plus épaisse qui entoure leur faisceau conducteur, et le dernier en particulier est immédiatement reconnaissable à ses quatre cercles de canaux aériens, qui n'existent dans aucune autre Hydrillée, et qui rendent fort jolie la coupe transversale de sa tige. J'ai déjà dit que M. Chatin a donné de cette coupe transversale une figure (*loc. cit.*, pl. XI, fig. 1) qui n'est pas conforme à la réalité.

La famille des Ottéliacées (Chatin) a-t-elle été séparée avec raison de celle des Hydrocharidées?

M. Chatin a divisé les Hydrocharidées en deux familles, les Ottéliacées et les Hydrocharidées proprement dites (*Compt. rend.*, XLI, 1855, p. 819 et suiv.; *Anat. comp.*, p. 4). Il présente les caractères de ces deux familles de la manière suivante :

OTTÉLIACÉES.	HYDROCHARIDÉES.
Ovules anatropes.	*Ovules orthotropes.*
A. *Ottéliées* : Tige et feuilles pourvues de vaisseaux ; des stomates sur les feuilles (*Ottelia*).	A. *Hydrocharées* : Tige et feuilles pourvues de vaisseaux ; des stomates à la face supérieure des feuilles ; plantes nageantes (*Hydrocharis*, *Limnobium*).
B. *Enhalées* : Ovules à un seul tégument. Axe et feuilles pas toujours pourvus de vaisseaux. Pas de stomates. Plantes submergées (*Enhalus*, *Stratiotes*).	B. *Vallisnériées* : Ovules à un seul tégument. Tige et feuilles sans vaisseaux. Pas de stomates. Plantes submergées (*Vallisneria*, *Hydrilla*, *Anacharis*, *Udora*).

L'organisation florale ne diffère pas sensiblement dans ces deux familles, et M. Chatin avoue que leur différence essentielle consiste en ce que les ovules sont anatropes dans les Ottéliacées, orthotropes dans les Hydrocharidées. Je n'ai pu étudier l'*Enhalus*. Le *Stratiotes* et l'*Ottelia* ont des ovules anatropes, à deux téguments dans le dernier ; mais, pour le *Stratiotes*, je ne puis reconnaître, avec toute certitude, sur des échantillons secs, s'il n'existe qu'un seul tégument. M. Chatin a raison d'assigner à l'*Hydrocharis* des ovules orthotropes à deux téguments.... Mais il a commis plusieurs inexactitudes au sujet de ceux du *Vallisneria*. J'ai montré suffisamment dans ce mémoire que les *Hydrilla*, *Elodea* et *Lagarosiphon*, ont des ovules à deux téguments. Il est facile à M. Chatin de s'assurer de l'existence de ces deux téguments en traitant les ovules par la potasse. J'ai reconnu aussi deux téguments dans l'ovule de la Vallisnérie, et, sous ce rapport, M. Chatin est en contradiction avec lui-même, puisque, dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, 1854, p. 362, en note, il parle de deux téguments, tandis que, dans les *Comptes rendus*, 1855, p. 822, et dans son *Mémoire sur le Vallisneria spiralis*, 1855, pp. 16 et 29, il n'en signale et n'en figure même qu'un seul (*Mém. sur la Vall.*, pl. III, fig. 11, 11', 13).... Au reste, ce n'est rien de nouveau que de savoir que les ovules du *Vallisneria spiralis* sont orthotropes et pourvus de deux téguments ; dès 1837, M. Schleiden les a décrits et figurés (*Nov. Act. Acad. L. C.*, XIX, II, p. 35, pl. III, fig. 25) comme orthotropes, et pourvus de deux téguments composés, non pas, ainsi que le dit M. Chatin

(*Bull. Soc. bot.*, I, p. 362), d'une seule assise de cellules, mais bien de deux, comme toujours, puisqu'il n'existe pas de plante, à ma connaissance, dans laquelle les téguments ovulaires n'aient qu'une assise de cellules. Les ovules des *Elodea* et *Lagarosiphon* sont en réalité anatropes, comme on l'a vu plus haut et comme l'a vu M. Chatin.... Mais ce botaniste s'est trompé quant à la forme et à la situation de ceux du genre *Hydrilla*. Ceux-ci ont deux téguments et sont anatropes.... Je n'ai pas été le premier à reconnaître ces faits, car M. Hasskarl les avait déjà énoncés, en 1848, dans ses *Plantæ javanicæ*, p. 118.... M. Chatin a réuni dans son genre *Hydrilla* (*Anat. comp.*, p. 22 et suiv.) des plantes qui ne peuvent être mises ensemble, comme les *Hydrilla ovalifolia* Rich. et *naiadifolia* Zoll. et Mor. d'un côté, et les *Lagarosiphon* de l'autre, se contentant de suivre en cela MM. Presl et Planchon. Dans la caractéristique de ce genre *Hydrilla*, il dit des inflorescences mâles : « Spathes uniflores », et cependant il y range les *Lagarosiphon*, pour lesquels un des caractères génériques consiste à présenter plusieurs fleurs mâles dans une seule spathe, comme M. Harvey l'a très nettement figuré. En somme, comme le genre *Hydrilla*, qui ne peut être éloigné de ses voisins immédiats, *Elodea* et *Lagarosiphon*, possède des ovules anatropes, la division des *Hydrocharidées* Rich. en *Ottéliacées* et *Hydrocharidées* Chat. est inadmissible, son unique base étant, comme le dit M. Chatin lui-même, la conformation des ovules.

Subdivisions des *Hydrocharidées* (Rich.).

(Dans ce paragraphe, M. Caspary expose d'abord les subdivisions établies parmi les Hydrocharidées par Richard et par Endlicher. Il discute ensuite la valeur des objections élevées par M. Chatin contre la division admise par le célèbre botaniste allemand. Il montre que ces objections n'ont pas une base solide. Il déclare ensuite adopter la manière de voir d'Endlicher, en la modifiant de la manière suivante.)

Hydrocharideæ.

Trib. I. — *Hydrilleæ.* Ovaire 1-locul.; 3 stigmates. Tige allongée, à longs entre-nœuds à peu près égaux entre eux. Pas de stolons. Feuilles petites, linéaires-lancéolées, verticillées ou éparses, jamais distiques. Plantes submergées.

. 1. *Hydrilla.* 2. *Elodea* (*Anacharis*, *Udora*, *Egeria*). 3. *Lagarosiphon.*

Trib. II. — *Vallisnerieæ.* Ovaire 1-locul.; 3 stigmates. Tige et entre-nœuds très courts, rarement longs (*Nechamandra*); premier entre-nœud de l'axe (stolon) allongé. Feuilles très longues, linéaires, le plus souvent très rapprochées et fréquemment distiques. Plantes submergées.

1. *Nechamandra.* 2. *Vallisneria.* 3. *Blyxa.* 4. *Diplosiphon.*

Trib. III. — *Stratiotideæ.* Comme dans Endlicher : Ovaire pluriloculaire; 6 stigmates. Tige et ses entre-nœuds très courts; premier entre-nœud de la branche très long. Feuilles très rapprochées, submergées ou nageantes.

1. *Stratiotes.* 2. *Enhalus.* 3. *Ottelia* (*Damasonium*). 4. *Bootia.* 5. *Limnobium.* 6. *Hydrocharis.*

Sur la place de la famille des Hydrocharidées. (Rich.)

Endlicher (*Gen.*, p. 160) place les Hydrocharidées avec les Burmanniacées, les Iridées, les Hæmodoracées, les Amaryllidées, les Hypoxidées et les Broméliacées, dans sa dix-septième classe, les *Ensatæ*, que précèdent les Artorhizées, comprenant les Dioscorées avec les Taccacées, et que suivent les *Gynandræ*, comprenant les Orchidées et les Apostasiées. C'est sans doute le caractère de l'ovaire infère qui a déterminé Endlicher à les placer parmi les *Ensatæ*. Mais on ne peut nier qu'en leur qualité de plantes aquatiques, pour la plupart submergées, elles n'y soient à peu près ou même absolument sans analogues ni pour le port, ni pour la structure anatomique, et qu'elles ne soient en même temps fort éloignées d'autres familles auxquelles elles ressemblent pour le port comme pour la structure anatomique, motivée par l'élément au milieu

duquel elles vivent. Les Hydrillées ne possèdent que des vaisseaux transitoires, et elles n'ont dans leur herbe qu'un faisceau de cellules conductrices; elles manquent d'épiderme, de stomates; même dans le *Stratiotes*, les vaisseaux spiraux sont faiblement développés, puisqu'ils n'existent pas dans la racine. Ces particularités ne se retrouvent pas dans la classe des *Ensatæ*, mais bien dans la vingtième, celle des *Fluviales*, dans la famille des Naïadées. Sans doute, celles-ci ont l'ovaire libre et la fleur, dans laquelle prédominent les nombres 1, 2, 4, organisée tout différemment. Mais il ne faut pas attacher une grande importance à la circonstance de l'ovaire infère ou supère; car il y a des familles très voisines, qui ne peuvent être éloignées l'une de l'autre, comme les Éricacées et les Vacciniées, entre lesquelles on trouve la même différence; on la voit même dans des familles très naturelles. Ce sont probablement ces motifs ou d'autres semblables qui ont engagé M. Brongniart à placer les Hydrocharidées loin des familles auxquelles les associait Endlicher, dans sa quinzième classe des *Fluviales*, avec les Butomées, les Alismacées, les Naïadées et les Lemnacées.... M. Chatin suit M. Brongniart. M. Lindley (*Veget. Kingdom*, 3e édit., 1853, p. 141) réunit les Hydrocharidées, de même que M. Brongniart, aux Naïadées, Triuridacées et Zostéracées en une alliance, les *Hydrales*, qu'il place entre celles des Palmiers et celles des *Narcissales*.... M. Grisebach me semble avoir très bien déterminé la place des Hydrocharidées (*Grundriss d. syst. Bot.*, 1854, p. 156), en les faisant précéder des Alismacées et Joncaginées et suivre des Naïadées, les Hydrocharidées ressemblant aux premières pour l'organisation florale, et aux dernières pour la similitude de l'élément ambiant, pour la structure anatomique, et ne s'éloignant guère des unes ni des autres pour le port. Toutefois le *Nixus* des *Helobiæ*, que forment ces familles pour M. Grisebach, ne me semble pas convenablement placé après les Conifères et les Cycadées, classées par ce botaniste parmi les Dicotylédons, parce que ces deux familles, en raison de leur embryogénie, n'appartiennent ni aux Dicotylédons, ni aux Monocotylédons.

Résultats anatomiques, morphologiques et systématiques qui découlent des recherches précédentes relativement aux Hydrillées.

TIGE.

1. Le contraste entre l'écorce et la moelle ne se montre pas dans la tige des Hydrillées, la moelle n'y existant pas. Au centre de la tige jeune, encore non entièrement formée, se trouve un vaisseau unique (*Elodea canadensis*, Angleterre), duquel part aux nœuds et dans la direction de chaque feuille un seul vaisseau qui ne sort pas de la tige. Ces vaisseaux sont entourés par les cellules conductrices qui sont, à leur tour, environnées de parenchyme.

2. Le vaisseau de la tige (et celui de la feuille) est résorbé très promptement (il l'est déjà à 2 pouces au-dessous du bourgeon terminal); celui de la tige se change en un canal, et la tige adulte est composée d'un faisceau central de cellules conductrices, entouré d'un parenchyme qui, par sa situation, correspond à l'écorce.

3. Les épaississements des vaisseaux ne forment pas de spirales nettes; très rarement ils sont annulaires; le plus souvent ils forment la moitié ou les trois quarts d'un cercle, et ils ont les bouts pointus.

4. Les cellules conductrices ont leurs parois extrêmement minces, non lignifiées; elles sont très longues; elles contiennent des matières protéiques, et elles ont leurs parois transversales fort peu obliques.

5. Le faisceau de cellules conductrices est entouré d'une gaîne protectrice parenchymateuse, formée tantôt d'une assise de cellules qui montrent entre deux d'entre elles adjacentes, sur la section transversale, un point obscur, et sur leur profil une file de petites vacuoles punctiformes, interposées aux deux parois cellulaires contiguës (*Elodea canadensis* de la Grande-Bretagne), tantôt d'une ou deux assises de cellules plus fortement épaissies (*Lagarosiphon muscoides*, *cordofanus*).

6. La tige n'augmente pas en épaisseur; elle manque de couche

de cambium. La gaîne protectrice appartient à l'écorce, et ne constitue pas une couche de cambium non développée.

7. Le parenchyme de la tige est traversé par 1-4 cercles concentriques de canaux aériens : 1-3 dans l'*Hydrilla verticillata*, 4 dans le *Lagarosiphon cordofanus*. Je n'ai pas vu de diaphragmes à ces canaux.

8. Dans les nœuds, les cellules du parenchyme cortical, ainsi que celles du faisceau de cellules conductrices, se raccourcissent jusqu'à devenir presque globuleuses.

9. Le parenchyme cortical de la tige présente sur sa section transversale des raies parallèles, qui sont dues à des ondulations des parois et non à des épaississements.

FEUILLE.

10. Elle est formée (dans l'*Hydrilla verticillata* var. *gracilis* et dans l'*Elodea canadensis* de la Grande-Bretagne) de deux assises de cellules avec une côte médiane composée de cellules conductrices; le long de celle-ci se trouvent trois couches de parenchyme. Le faisceau de cellules conductrices dirigé vers la feuille non adulte renferme, dans l'intérieur de la tige, un seul vaisseau qui est résorbé de très bonne heure, et dont les épaississements sont le plus souvent, comme pour celui de la tige, en demi-anneaux à bouts pointus.

11. La feuille s'accroît d'abord dans toutes ses parties, même à son sommet; plus tard, elle cesse de former des cellules au sommet, et elle continue de s'accroître à la base. La preuve en est fournie : 1° par le développement des dents, qui se forment du haut vers le bas; 2° par les dimensions des cellules qui eurent acquis toute leur grandeur d'abord au sommet, plus tard à la base; 3° par la chlorophylle qui se montre d'abord au sommet de la feuille, et finalement à sa base.

12. Le sommet de la feuille est un point végétatif, jusqu'à ce qu'il cesse de s'y produire de nouvelles cellules.

13. La chlorophylle forme d'abord des granules tellement petits, que les dimensions ne peuvent en être déterminées exactement,

et qui deviennent peu à peu des grains aplatis, circulaires, mesurant de $\frac{1}{357}$ à $\frac{1}{263}$ de ligne. On y distingue alors : A. le revêtement gélatineux ; B. le grain vert. A son tour, celui-ci, examiné avec un éclairage convenable, montre : 1° une couche externe plus claire et non granulée ; 2° un milieu granuleux, plus sombre. Entre ces deux dernières parties, on distingue souvent une ligne d'interférence.

TIGE ET FEUILLE.

14. L'épiderme y manque, car même leur couche la plus externe ne renferme pas de chlorophylle, et ne diffère nullement des autres. Il n'y a pas de stomates.

15. Il existe une cuticule. On n'y reconnaît pas de matière intercellulaire.

16. Le contenu cellulaire se montre en rotation dans les cellules de la tige et de la feuille.

17. Toute branche axillaire présente à sa base, ou bien une feuille embrassante, ouverte en avant (*Hydrilla*), ou deux feuilles latérales, lancéolées, non embrassantes (*Elodea*), ou une gaîne membraneuse composée de deux ou même trois feuilles soudées (*Lagarosiphon muscoides*).

STIPULES.

18. Entre la tige et la feuille se trouvent deux stipules intrafoliacées extrêmement petites, ovales, ou lancéolés, ou oblongues, formées uniquement de deux couches de parenchyme, sans faisceau de cellules conductrices ; ces stipules sont frangées dans l'*Hydrilla*, entières ou presque entières dans les autres Hydrillées.

19. Les stipules se développent plus tard que la feuille.

RACINE.

20. La racine adventive se forme (dans l'*Hydrilla verticillata* var. *gracilis* et dans l'*Elodea canadensis*) au nœud, et naît du parenchyme, très court sur ce point et presque globuleux, des cellules

conductrices ; elle traverse l'écorce, et sort entre la tige et la feuille au-dessus de celle-ci.

21. La racine est filiforme et simple ; comme la tige, elle manque de moelle ; elle se compose uniquement d'un faisceau central de cellules conductrices sans gaîne protectrice, et d'un parenchyme dans lequel on ne voit pas de canaux, mais seulement des méats intercellulaires longitudinaux.

22. En dessus de la piléorhize se trouvent des poils radicaux (*Elodea canadensis*).

BOURGEONS HIVERNAUX.

23. L'*Hydrilla verticillata* persiste pendant l'hiver sous la forme de corps cylindracés-claviformes (bourgeons hivernaux), qui naissent de l'extrémité des rameaux, parce que les feuilles y dégénèrent en écailles, et que toutes les cellules, même les plus externes de l'axe et de ces feuilles, s'y remplissent d'amidon. Cet amidon y manque uniquement dans le faisceau de cellules conductrices et dans le bourgeon terminal.

24. Les grains d'amidon de ces bourgeons hivernaux présentent, comme toujours : 1° extérieurement une marge claire ; 2° intérieurement et extérieurement d'une à trois et jusqu'à cinq lignes parallèles au bord, qui diffèrent des couches, sont purement optiques et produites par interférence.

(Le chapitre qui termine le grand mémoire de M. Caspary est intitulé : *Résultats systématiques*. Ce n'est pas autre chose que le *Synopsis monographique* déjà publié dans le cahier, pour janvier 1857, des *Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, sous le titre de *Conspectus systematicus Hydrillearum*.)

Appendice.

(Cet appendice comprend des additions à trois passages du mémoire. Dans la première, M. Caspary dit qu'ayant eu occasion d'étudier sur le frais l'anatomie des *Naias flexilis* et *minor*, il n'a pu découvrir le moindre indice de vaisseaux dans la dernière de ces deux espèces ; au contraire, dans la première, il a vu quelques

indices d'un vaisseau unique et très court sur des tranches longitudinales minces, passant par la base de la fleur femelle, et cela dans le bas du funicule. Les épaississements de ce vaisseau forment rarement des anneaux entiers, et n'en constituent le plus souvent que des portions. — La seconde addition est relative au nom donné, en 1857, par M. Schleiden, à la gaîne protectrice. M. Caspary trouve ce nom inacceptable. — Quant à la troisième, elle est de beaucoup la plus étendue, et elle est relative à une discussion qui a eu lieu devant la Société botanique de France, en 1857, entre l'auteur et M. Chatin, au sujet de la division proposée par ce dernier botaniste des Hydrocharidées en Ottéliacées et Hydrocharidées. Nous traduirons en partie ce paragraphe, à cause de son intérêt. Après avoir rapporté la modification apportée par M. Chatin à sa précédente division des Hydrocharidées, et les caractères assignés par lui aux Ottéliacées, ainsi qu'aux Hydrocharidées et à leurs tribus, M. Caspary s'exprime de la manière suivante) :

Un progrès de cette nouvelle caractéristique, eu égard à la précédente, consiste en ce que, dans les divisions des deux familles, le caractère des ovules à un seul tégument, que j'ai montré être erroné pour les *Vallisnériées* Chat., a été abandonné. Le caractère des *Enhalées* Chat. est inexact quant au *Stratiotes*, puisqu'il porte que l'axe et les feuilles sont uniquement cellulaires ou ne possèdent que des vaisseaux incomplets ; or, le *Stratiotes* présente des vaisseaux spiraux très développés dans sa tige et ses feuilles ; ils manquent seulement dans la racine.... De plus, il est entièrement inexact que le *Stratiotes* n'ait pas de stomates. Il en présente de grands, elliptiques, nombreux sur la moitié supérieure et aux deux faces de ses feuilles, dans toute l'étendue qui n'est pas submergée.... Je n'ai pu examiner l'*Enhalus*. — On a tout lieu d'être étonné que le genre *Hydrilla* soit séparé des *Elodea* et *Lagarosiphon*, et transporté dans une autre famille, à côté du *Stratiotes* et de l'*Enhalus*. L'*Hydrilla* a une telle affinité avec les *Elodea* et les *Lagarosiphon*, que beaucoup de botanistes, et notamment Koch, dont tout le monde connaît l'exactitude comme observateur, ont regardé l'*Hydrilla verticillata* et l'*Elodea canadensis* comme appartenant à la même espèce, et que le *Lagarosiphon* a été regardé

comme un *Hydrilla* par MM. Presl, Planchon, et par M. Chatin lui-même dans ses travaux antérieurs. Les trois genres ***Hydrilla***, ***Elodea*** et *Lagarosiphon* ont entre eux une extrême affinité quant à la morphologie, à l'anatomie et au port, comme le démontre tout le travail ci-dessus. De là l'*Hydrilla*, avec ses petites feuilles verticillées, son herbe submergée, sa longue tige filiforme, à entrenœuds presque égaux en longueur, avec son manque de stolons, avec ses fleurs mâles qui se détachent et deviennent nageantes à l'époque de la fécondation, son ovaire *uniloculaire* et les trois stigmates de sa fleur femelle, diffère tellement du *Stratiotes* et de l'*Enhalus*, avec leurs très longues feuilles éparses, leur herbe en partie émergée, leur courte tige submergée, leurs stolons, leurs fleurs mâles qui ne se détachent pas à l'époque de la fécondation, leur ovaire *pluriloculaire*, leurs 6 stigmates, etc., qu'on doit supposer que M. Chatin a dû être amené par une raison très puissante à séparer l'*Hydrilla* de ses analogues, et à le réunir à des plantes dont il est très éloigné. Or quelle est cette raison? M. Chatin ne s'appuie pas sur l'anatropie des ovules de l'*Hydrilla*, mais sur le principe des *séries parallèliques* qui a été introduit par Geoffroy Saint-Hilaire dans la zoologie, et qui trouve son application en botanique et dans toute l'histoire naturelle. C'est afin d'appliquer cette théorie que M. Chatin éloigne l'*Hydrilla* de ses analogues les plus rapprochés, les *Elodea* et les *Lagarosiphon*, et le transporte parmi les Enhalées, avec lesquelles il n'a pas le moindre rapport, pour que ces noms étant imprimés sur une même colonne, parmi les *Vallisnériées* Chat., il en résulte ce qu'on nomme un parallélisme (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1857, p. 161). Une pareille manière de faire n'a pas besoin d'être discutée. En procédant de cette sorte, on peut faire tout avec tout.

Si, pour rapprocher l'*Hydrilla* du *Stratiotes*, le même botaniste français se basait sur ce que l'une et l'autre plante ont des ovules anatropes, tandis que les *Elodea* et *Lagarosiphon* les ont orthotropes, ce motif serait aussi peu valable pour cet objet que pour la séparation des deux familles des *Ottéliacées* et des *Hydrocharidées* Chat. En effet, il est plusieurs familles dans lesquelles on trouve à la fois des ovules orthotropes et anatropes, sans qu'on puisse ce-

pendant les diviser pour cette raison. Parmi les Nymphéacées, le genre *Barclaya* possède des ovules orthotropes, comme je m'en suis assuré à Kew, en compagnie du docteur Hooker, tandis que tous les autres genres, *Victoria*, *Euryale*, *Nymphœa*, *Nuphar*, ainsi que les *Nelumbium* et les Hydropeltidées, les ont anatropes. Les ovules sont anatropes dans beaucoup d'Aroïdées, le *Calla palustris* par exemple ; ils sont orthotropes dans d'autres, comme l'*Acorus Calamus*, les *Arum maculatum*, *orientale*, *divaricatum*, *ternatum ;* hémi-anatropes dans certaines autres, comme l'*Anthurium longifolium*, etc. En général, la conformation des ovules, qui se montre fort variable dans beaucoup de familles, ne peut être employée isolément pour former de nouvelles familles ou subdivisions.

M. Chatin (*loc. cit.*, p. 159) conteste le principe posé par moi que les téguments ovulaires d'aucune plante ne sont formés d'une seule assise de cellules, et que tous en ont au moins deux. Il base son argumentation sur les ovules du Froment et de l'*Hypopitys*, pour lesquels M. Trécul (*Comptes rendus*, XLIV, p. 449) et M. Duchartre (*Revue botanique*, II, p. 16) admettent que les téguments ovulaires (au nombre de deux pour le Froment, d'un seul pour l'*Hypopitys*) (1) ne sont formés que d'une seule assise de cellules. Lorsque j'ai eu connaissance de la réponse de M. Chatin, il était déjà trop tard pour que je pusse examiner ni le Froment, ni l'*Hypopitys ;* mais pour cette dernière plante, M. Hofmeister (*Entstehung des Embryo*, 1849, pl. XII, fig. 1, 4, 8, 11) et M. Schacht (*Entwicklungsgesch. des Pflanzenembryon*, 1850, pl. XXI, fig. 1 et 7) figurent l'unique tégument ovulaire à deux couches de cellules, et le premier de ces botanistes dit en propres termes (*l. c.*, p. 34) : « L'ovule anatrope du *Monotropa* ne possède qu'un tégument formé d'*une double assise* de cellules. » Le même savant m'écrivait, à la date du 4 novembre 1857, relativement au *Triticum*, que « les deux téguments ovulaires de cette plante sont

(1) La citation faite par M. Chatin d'un passage du mémoire de M. Duchartre sur l'*Hypopitys* paraît être due à une confusion, puisque ce passage ne se rapporte qu'à la *graine adulte*, et non à l'ovule, et qu'il n'est même nullement question de l'ovule dans ce travail. (NOTE DE LA RÉDACTION.)

formés de peu d'assises cellulaires (deux ou même trois). » Dans la même lettre, M. Hofmeister, le botaniste qui a fait le plus grand nombre d'observations dans cette direction, ajoute que « il ne connaît pas un seul cas dans lequel un tégument ovulaire soit formé normalement d'une seule couche de cellules, et qu'il n'en a vu de tels que dans l'*Orchis militaris*, dans des cas anormaux. »

Je ferai remarquer encore que les graines du *Stratiotes aloides* ont une couche cellulaire externe, incolore, très épaisse et tout à fait transitoire, que forment des cellules allongées, pourvues de beaux épaississements spiraux. On sait depuis longtemps que l'*Hydrocharis* présente une couche analogue; mais je ne trouve rien de pareil indiqué pour le *Stratiotes*, dont cependant les cellules spirales sont beaucoup plus belles et sont même les plus belles de ce genre qu'on puisse voir.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHES 8, 9, 11.

Hydrilla verticillata.

Fig. 1. Profil du bourgeon terminal, qui est trop opaque pour qu'on puisse en reconnaître les cellules.

Fig. 2. Feuille jeune, montrant en *d* le commencement de la dent terminale.

Fig. 3. Feuille plus développée, dont les dents commencent à se montrer au bord en ordre décroissant de grandeur du sommet vers la base.

Fig. 4. Cellules situées près du sommet de la feuille précédente, prises au point C de la figure 3.

Fig. 5. Cellules prises vers la base de la même feuille au point D.

Fig. 6. Coupe transversale de la feuille; *c*, faisceau de cellules conductrices; *a*, *a*, *a*, espaces intercellulaires.

Fig. 7. Feuille adulte; *ed*, faisceau de cellules conductrices; *s*, *s*, les deux petites stipules.

Fig. 8. Coupe transversale de la tige; C, faisceau de cellules conductrices; *l*, espaces intercellulaires contenant de l'air; *g*, canaux aériens.

Fig. 9. Coupe longitudinale de la tige ; *c*, faisceau de cellules conductrices ; *p*, parenchyme de l'écorce.

Fig. 10. Stipule très grossie.

Fig. 11, 12, 13, 14. Différents états successifs d'une dent de feuille *d*, depuis sa première apparition jusqu'à son développement complet.

Fig. 15. Trois cellules du parenchyme cortical de la tige qui présentent des raies transversales.

Fig. 16. Cellules analogues qui montrent les ondulations de leurs parois.

Fig. 17. Fragment d'une cellule conductrice de la tige qui présente 31 ondulations.

Fig. 18 et 19. Diagrammes pour la naissance des branches. A, axe du 1[er] degré ; B, axe du 2[e] degré ; C, axe du 3[e] degré ; D, axe du 4[e] degré ; E, F, G, H, I, feuilles de l'axe du 1[er] degré ; K, L, M, premières feuilles des axes des 2[e], 3[e] et 4[e] degrés, qui sont embrassantes ; U, V, W, racines.

Fig. 20. Coupe longitudinale de l'extrémité d'une racine.

Fig. 21. Coupe transversale de la tige de l'*Hydrilla verticillata* var. *Roxburghii* récolté à Java par M. Zollinger : *a*, canal central ; *b*, faisceau de cellules conductrices. Dans l'écorce, il existe deux cercles de canaux aériens, dont les extérieurs ne sont limités en dehors que par une seule couche de parenchyme.

Elodea canadensis de la Grande-Bretagne (*Anacharis Alsinastrum* Bab.)

Fig. 22. Grains de chlorophylle adultes : A, A, vus par leur face circulaire ; B, id., vus de profil ; *c*, la couche gélatineuse ; *d*, bord plus clair, d'un vert uniforme ; *e*, le milieu granuleux et plus opaque.

Fig. 23. Diagramme de la disposition des feuilles au point d'origine d'une branche : 1, 2, 3, axes des 1[er], 2[e] et 3[e] degrés ; *a*, *a'*, *a''*, feuilles de l'axe primaire ; *b*, *b'*, les deux feuilles inférieures de l'axe secondaire 2 ; *b''*, *b''*, les 2 feuilles inférieures de l'axe tertiaire 3 ; *c*, *c*, *d*, *d*, *e*, *e*, second, troisième et quatrième verticilles binaires de l'axe secondaire 2 ; *f*, *g*, *h*, premier verticille ternaire de l'axe secondaire 2 ; *r*, une racine qui naît au point d'origine de l'axe secondaire.

Fig. 24. Feuille très jeune. La cellule apicilaire vient de se partager en deux cellules (*b*, *b'*) Le contour *cde* comprend huit cellules, et le diamètre *ce* en présente 7.

Fig. 25. Coupe transversale de la tige : *a*, canal central ; *b*, faisceau de cellules conductrices ; *c*, gaîne protectrice.

Fig. 26. La gaîne protectrice grossie plus fortement. On voit en *a*, *a*, *a*, le petit vide qui existe entre les deux parois cellulaires latérales partiellement séparées.

Fig. 27. Coupe longitudinale d'une tige menée à une ligne au-dessous du bourgeon terminal : *abcd*, contour du tissu qui a été désorganisé par l'acide sulfurique concentré, à l'exception de la cuticule et des vaisseaux *a*, *a'* et *a''* ; B, B', bases de deux feuilles.

Fig. 28. Coupe transversale de la tige menée à une ligne environ au-dessous du bourgeon terminal, et à l'origine de trois feuilles : *a*, vaisseau central ; *g*, *g'*, *g''*, les trois vaisseaux qui se dirigent vers ces feuilles ; *b*, faisceau de cellules conductrices.

Lagarosiphon cordofanus Casp.

Fig. 29. Coupe transversale de la tige présentant quatre cercles de canaux aériens : *a*, canal central ; *b*, faisceau de cellules conductrices ; *c*, gaîne protectrice fortement épaissie.

DESCRIPTION

D'UNE

NOUVELLE ESPÈCE DU GENRE *BRYONIA*,

Par M. Ch. NAUDIN.

Le groupe des Bryones, tel qu'il est admis aujourd'hui par les botanistes, est un de ces genres vaguement déterminés, auxquels il est difficile d'assigner un caractère précis ; aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner si quelques-unes de ses espèces ont été classées, les unes dans les *Cucumis*, les autres parmi les *Cucurbita*, et si, par une sorte de compensation, on lui a souvent attribué des espèces qui eussent été mieux placées dans d'autres genres. La petitesse relative des fleurs et des fruits, ainsi que des vrilles généralement simples, sont presque les seuls traits saillants qui les distinguent des *Cucurbita*, comme leurs anthères mutiques les distinguent des *Cucumis*, où ces organes sont toujours appendiculés au sommet

par un prolongement du connectif. On conviendra que ce sont là des caractères d'une bien faible valeur, mais ce sont à peu près les seuls sur lesquels on puisse fonder la différence de ces genres.

Je ne suis pas encore en mesure d'opérer dans le groupe actuel des Bryones les réformes que le progrès de la botanique semble réclamer, trop d'éléments me manquent pour cela ; mais je dirai dès à présent que je regarde comme devant en être exclues toutes les espèces chez lesquelles les anthères sont droites au lieu d'être flexueuses, comme aussi celles dont les étamines sont sensiblement monadelphes par la soudure plus ou moins complète de leurs filets. La forme des fruits, tantôt sphérique, tantôt conique, me paraît assez indifférente, puisque nous observons ces deux modifications dans d'autres Cucurbitacées, où elles ne constituent même pas toujours de simples variétés. J'avais cru trouver un caractère d'une certaine valeur dans la forme des vrilles qui sont, comme je l'ai dit tout à l'heure, ordinairement simples ; mais il est quelques espèces de Bryones où elles sont composées, par exemple dans celle qui fait l'objet de cette note. La difficulté de définir le genre me fait donc ajourner toute réforme autre que celle indiquée plus haut, pour m'en tenir, jusqu'à plus ample observation des espèces, à la diagnose générique formulée par M. Seringe dans le *Prodrome* (t. III, p. 304).

La plante dont je vais donner la description a été cultivée au Muséum en 1858. Les graines nous en ont été envoyées de la Nouvelle-Calédonie par M. Pancher, ancien employé de l'établissement, aujourd'hui directeur des pépinières du gouvernement dans cette colonie. Quoique semées tardivement, nos plantes ont fleuri et fructifié dans l'année ; mais les fruits, arrêtés par les fraîcheurs de l'automne, n'ont pas atteint tout leur développement, et surtout ne sont pas arrivés à maturité. Cette lacune a cependant été comblée en partie par l'observation d'échantillons secs et assez complets qui nous ont été envoyés avec les graines.

BRYONIA PANCHERI Nob.

B. monoica, fere glabra ; foliis palmato-5-lobis ; cirrhis bifidis ; floribus fœmineis solitariis, ovario oblongo, lageniformi, in baccam ovoideam apice conicam crescente.

Planta radice et caulibus inferne frutescentibus ut videtur perennans, scandens, circiter 3-metralis ; flagellis gracilibus glaberrimis subteretibus aut obscure polyedris ; cirrhis inæqualiter bifidis. Folia 7-8 centim. longa et lata vix puberula palmata profunde 5-loba, lobis tribus intermediis lanceolatis, duobus inferioribus sæpe etiam lobulatis, omnibus remote denticulatis. Flores floribus *Bryoniæ dioicæ* magnitudine pares, pallide lutescentes ; masculi in axillis foliorum rarius solitarii, sæpius terni quini aut plures, pedicellati, ætate dispares, florem fœmineum unicum sæpe comitantes ; fœminei solitarii breviter pedicellati, ovario oblongo inferne ventricoso glaberrimo. Fructus ovoideo-conicus, lineis ante maturitatem albis longitudinaliter variegatus, in tempore maturationis fortassis rubens, magnitudine cerasi aut baccæ *Ribis Grossulariæ*, ut videtur non amarus et fortassis edulis apud indigenas Novæ-Caledoniæ. Semina complanata, ovalia, spurco-alba.

Planta in ruderatis Novæ-Caledoniæ vulgatissima. *Pancher*.

Le *Bryonia Pancheri*, quoique très différent spécifiquement du *B. laciniosa*, doit être rangé dans la même section que lui. Il a le même port, presque la même forme de feuilles, et comme lui les vrilles bifides. On distinguera d'ailleurs facilement ces deux plantes à la seule inspection du fruit, qui est tout à fait sphérique dans le *B. laciniosa*, et qui est au contraire ovoïde-conique dans notre espèce.

FIN DU NEUVIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DE PLANTES.

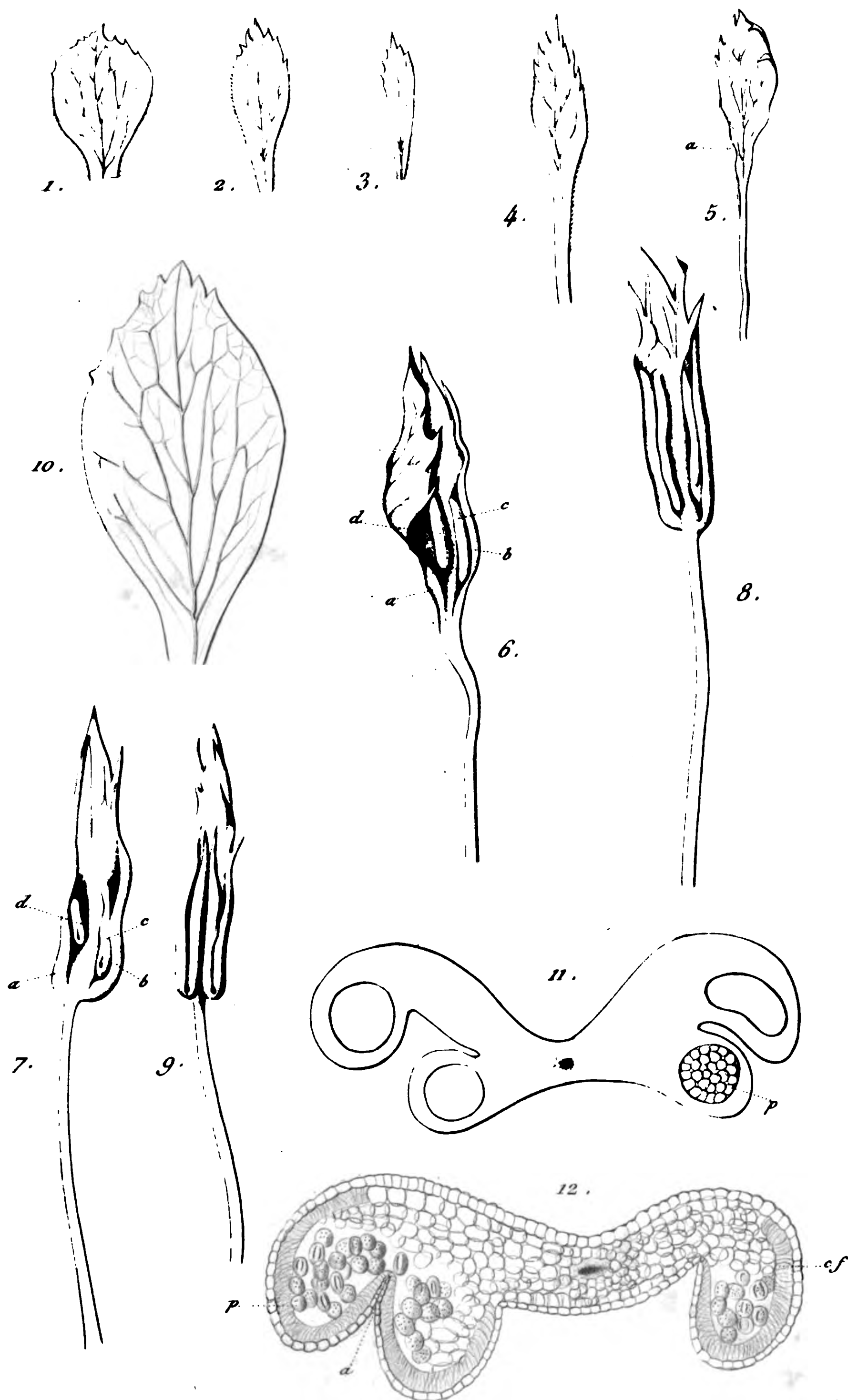
TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

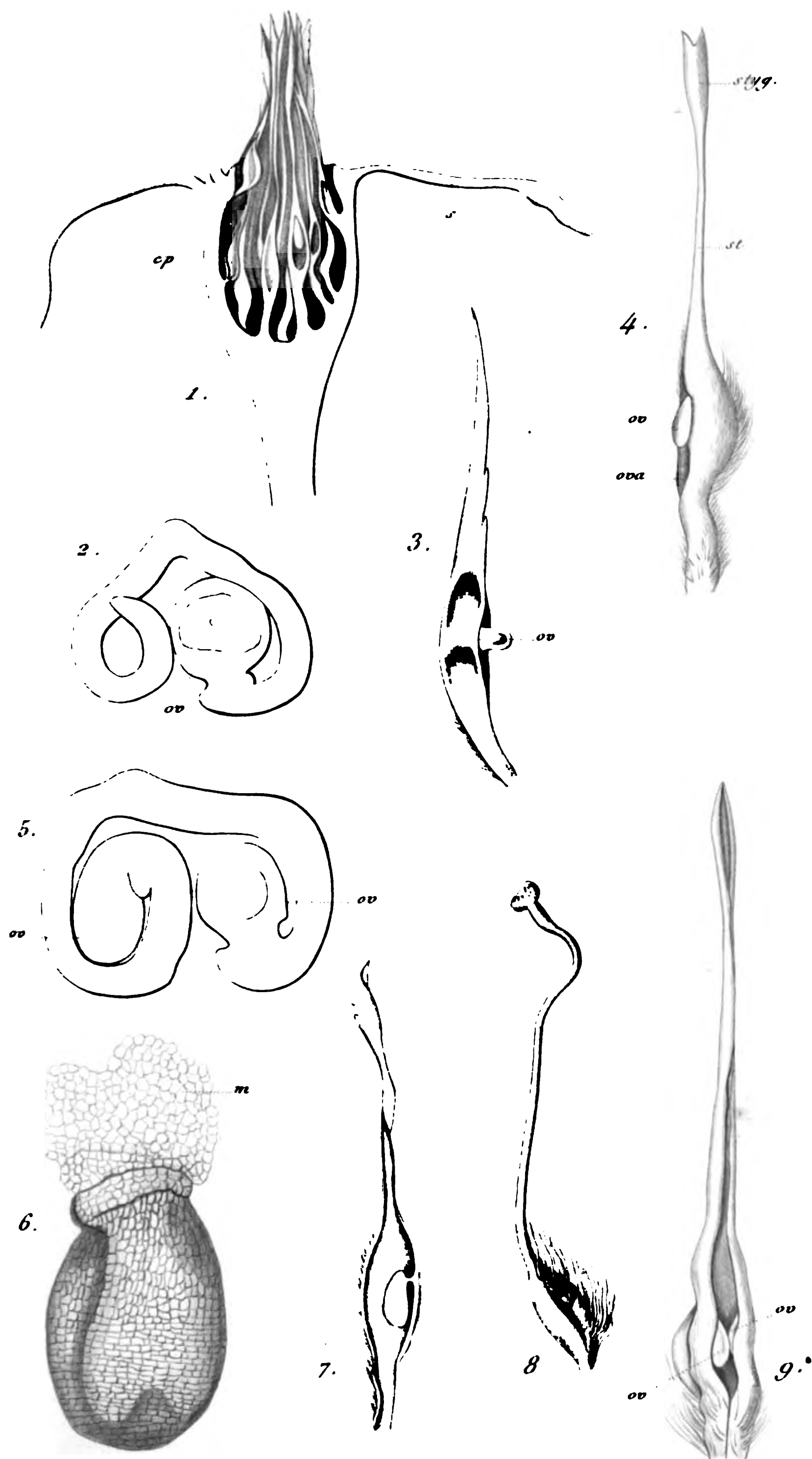
FIN DE LA TABLE.



A. Gris del. Mme Douliot sc.

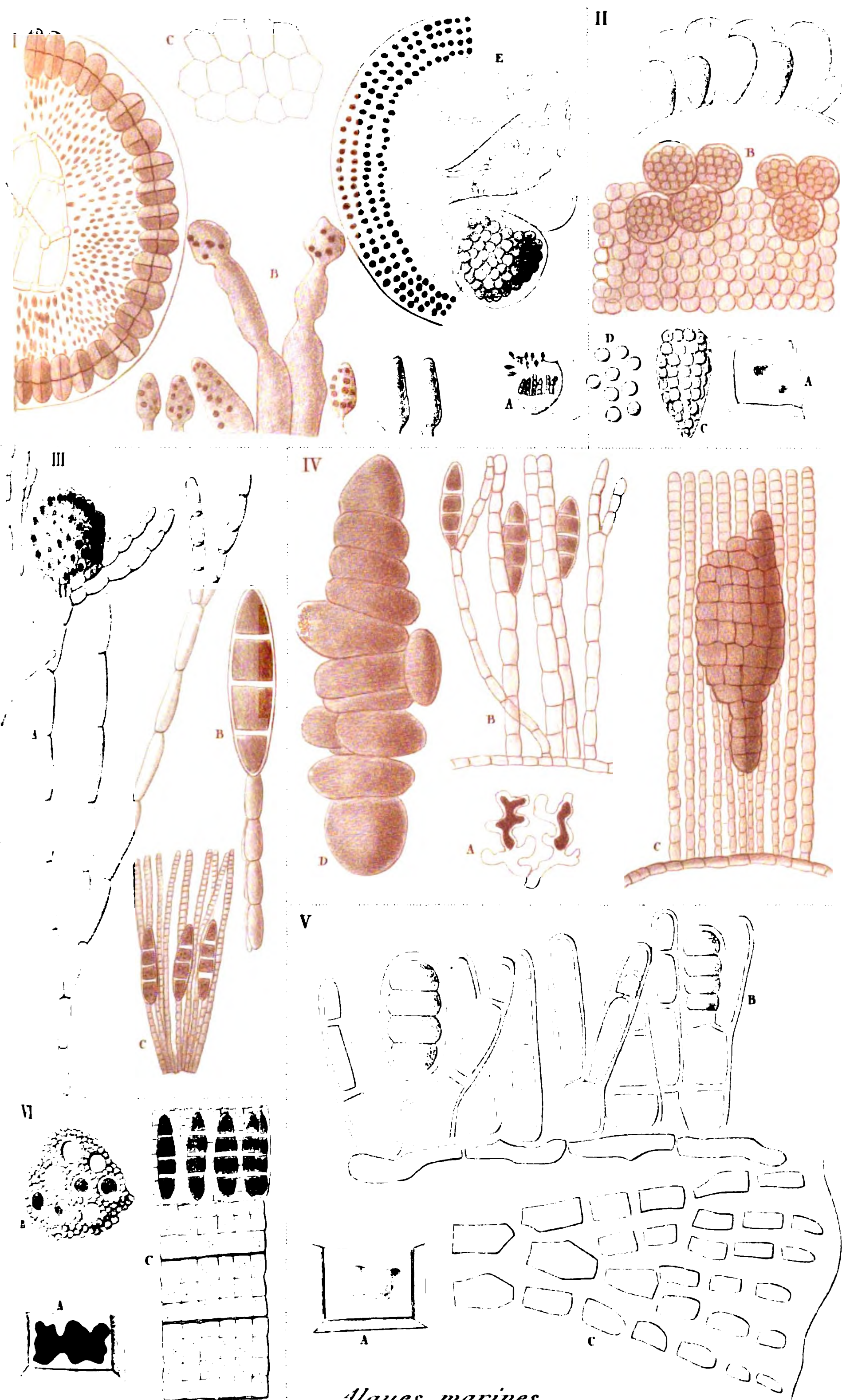
La Rose verte.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15 Paris.



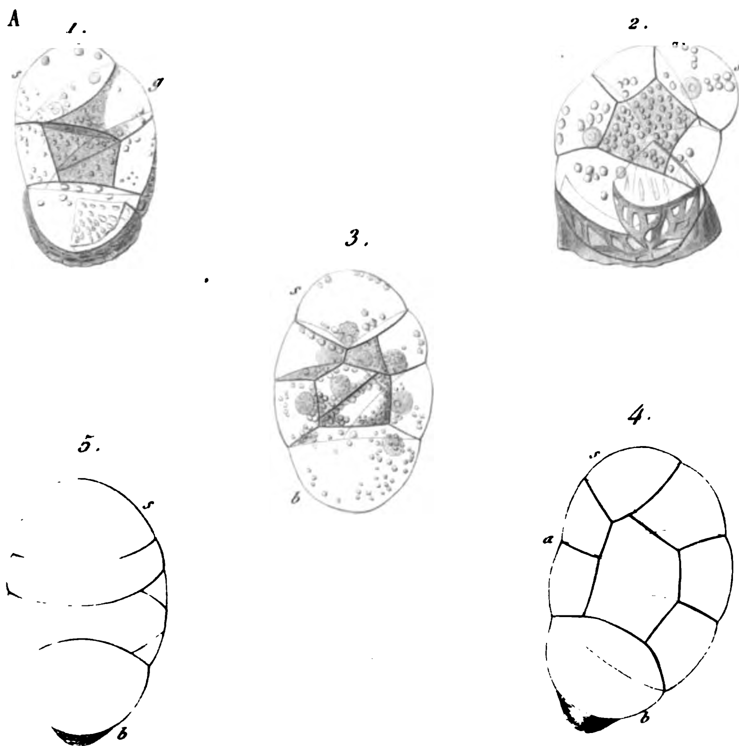
A. Gris del. La Rose verte. Mme Douliot sc.

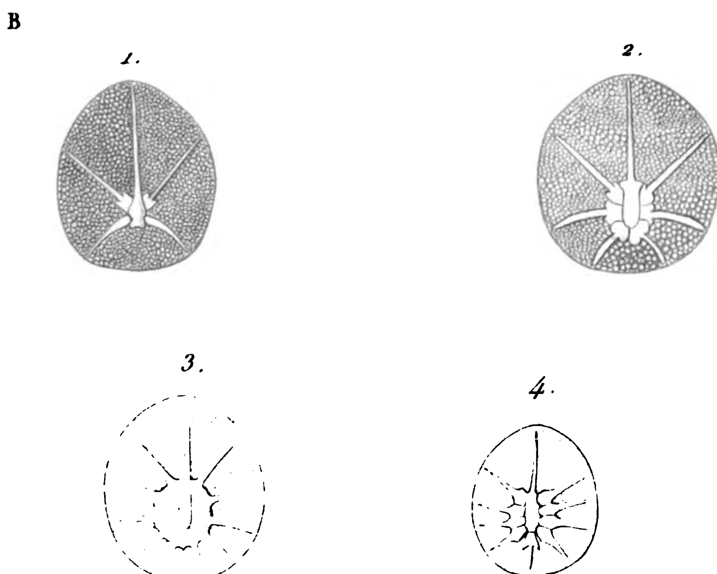
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 16. Paris.



Algues marines.

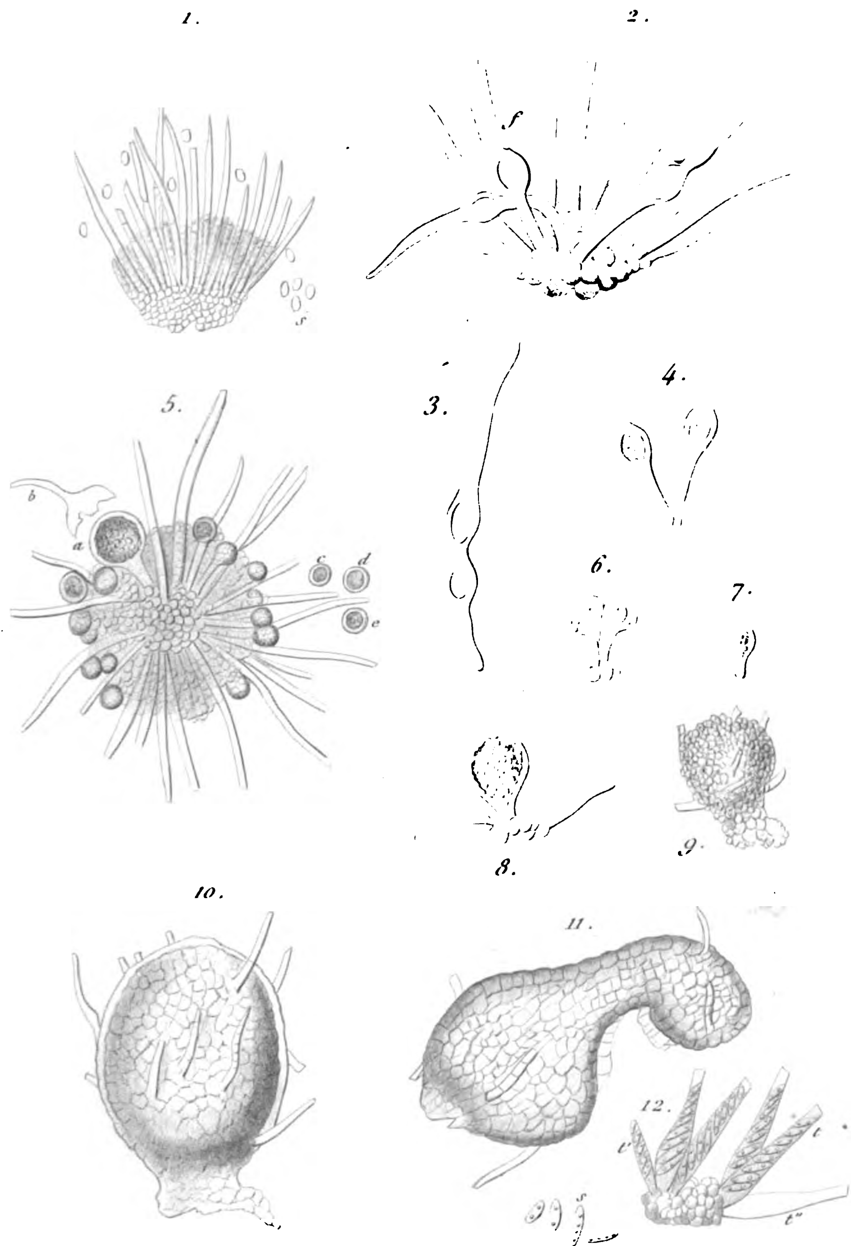
N. Remond imp. r. Vieille-Estrapade, 15 Paris





A *Germination des Lycopodes.* B *Spatangidium.*

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15. Paris.



Debar del. Mme Douliot sc.

Psilonia Buxi & Chaetostoma Buxi.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.



A. Gris del.

Dumesnil sc.

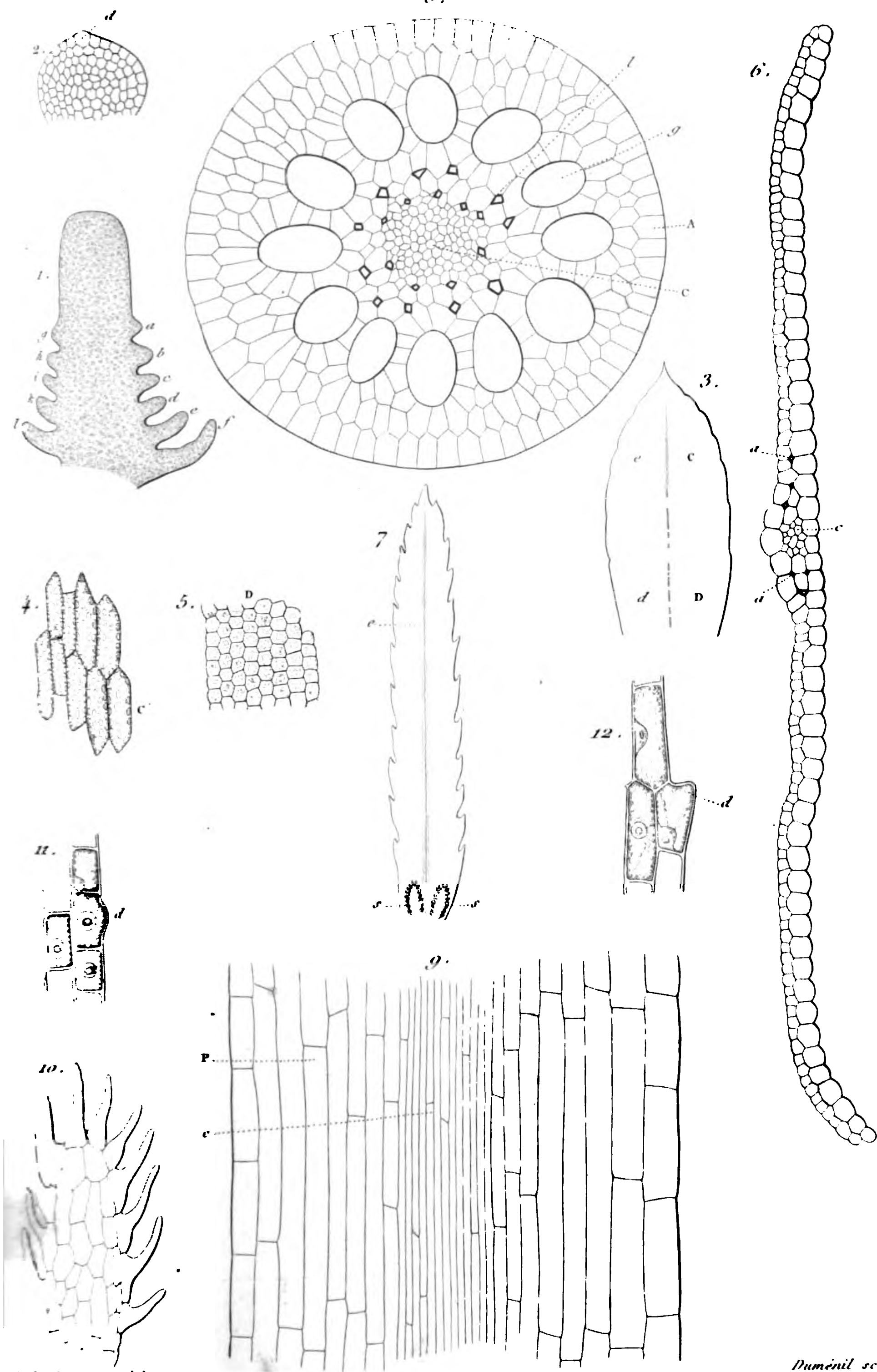
Stromanthe Porteana. A Gris.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.



A R. del. *Ephippiandra myrtoidea.* Dcne. Melle Taillant sc.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade 15 Paris.

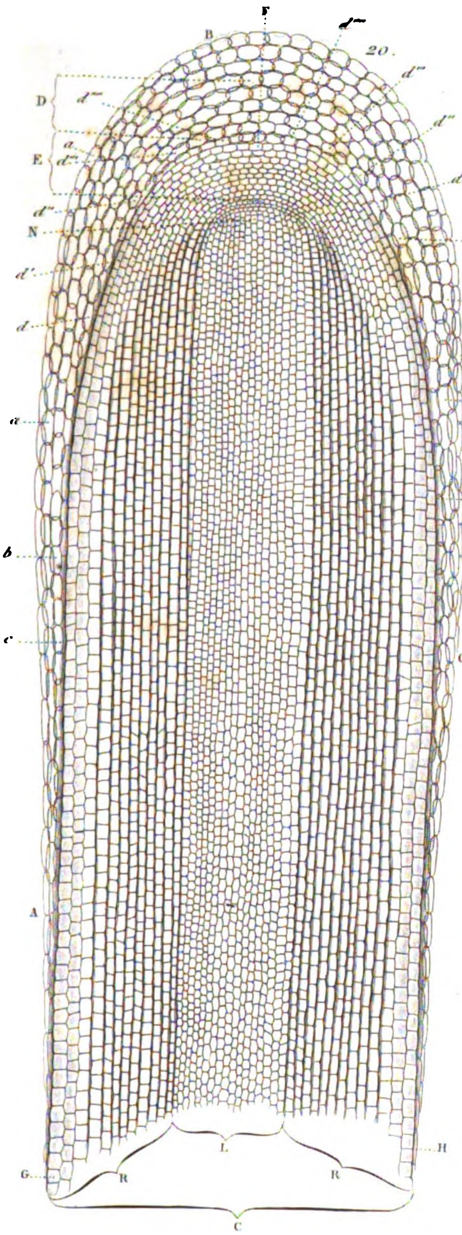


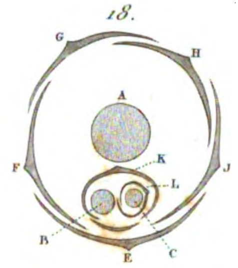
Hydrillées.

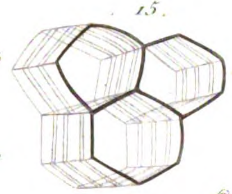
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15. Paris.

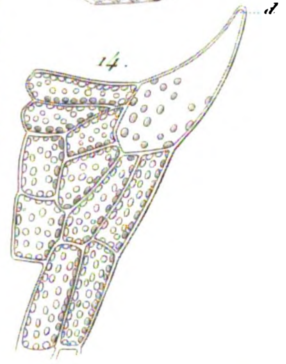
16.

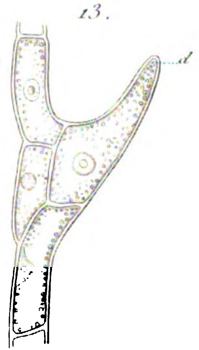
17.

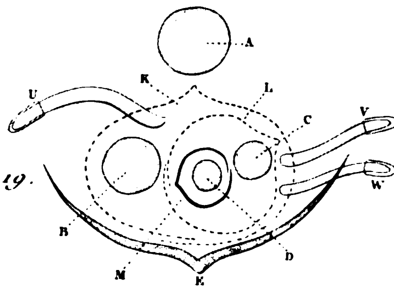










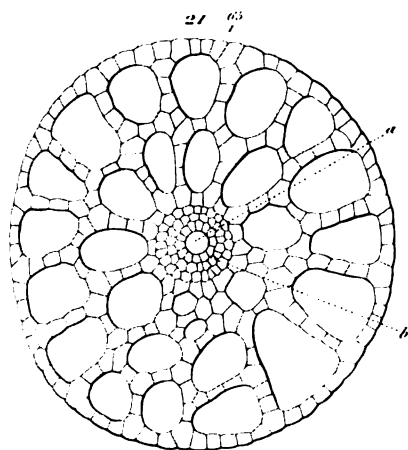


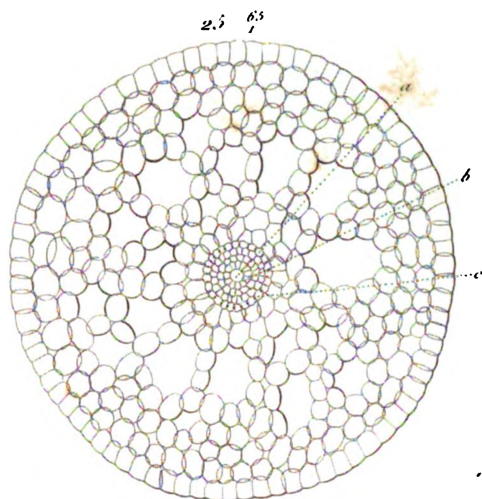
Rob Caspary del.

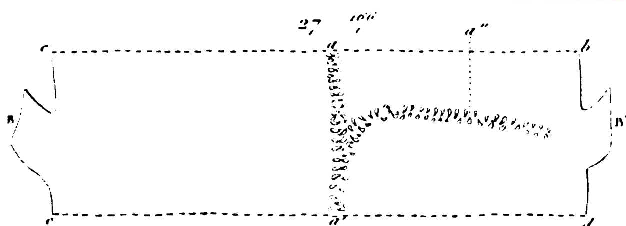
Duménil sc

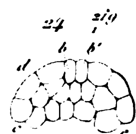
Hydrillées.

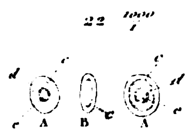
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15. Paris.

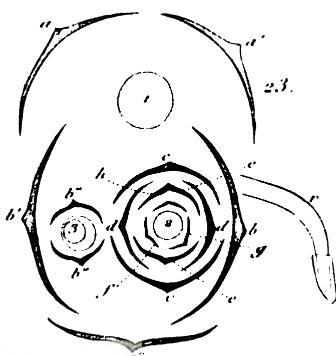


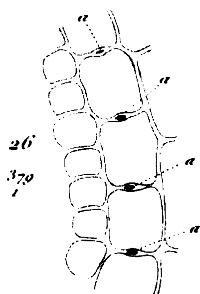


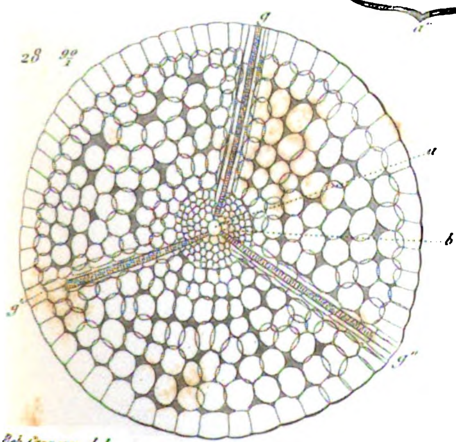


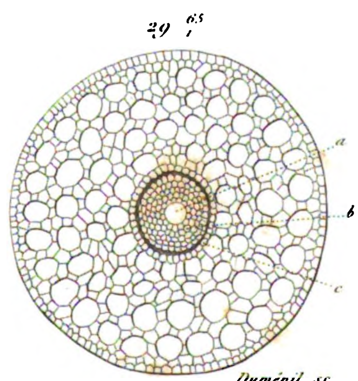








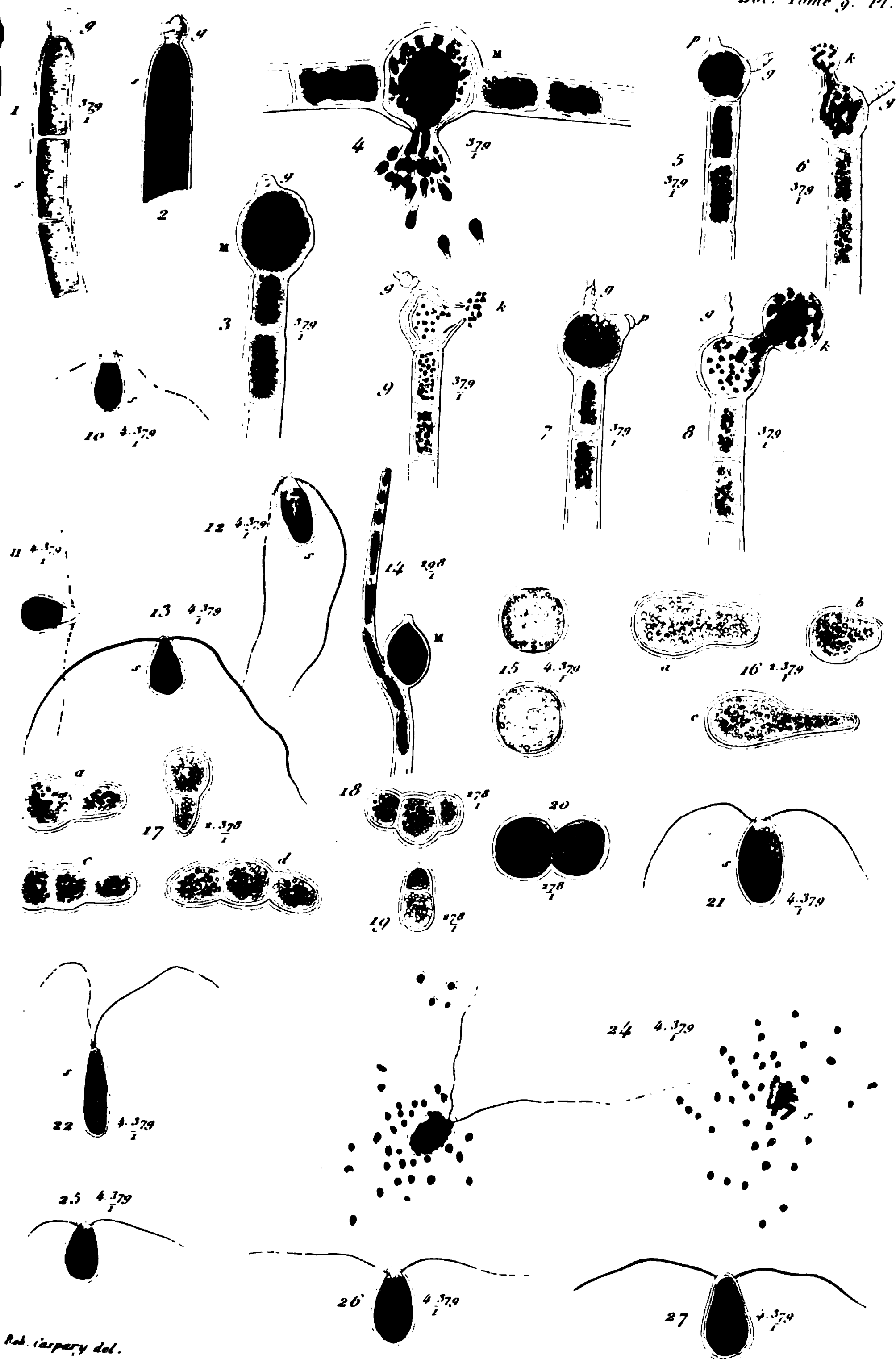




Rob. Caspary del. Duménil sc.

Hydrillées.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade 15. Paris.



Rob. Caspary del.

Duménil sc.

Chroolepus aureum.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15. Paris.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

PARIS. — Imprimerie de L. MARTINET, 2, rue Mignon.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

COMPRENANT

LA ZOOLOGIE, LA BOTANIQUE

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE COMPARÉE DES DEUX RÈGNES

ET L'HISTOIRE DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

RÉDIGÉES

POUR LA ZOOLOGIE

PAR M. MILNE EDWARDS

POUR LA BOTANIQUE

PAR MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

TOME X

PARIS

LIBRAIRIE DE VICTOR MASSON

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MEDECINE

1858

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

PARTIE BOTANIQUE

SUR

L'ASCENSION DE LA SÉVE,

Par M. W. HOFMEISTER.

(Traduit du *Flora*, numéro du 7 janvier 1858.)

Depuis que Hales, à la date de cent trente ans, a montré par ses expériences comment on peut déterminer la force avec laquelle la séve s'élève dans la Vigne, l'auteur qui a le plus élargi le cercle de nos connaissances sur ce sujet est M. Brücke (1). Cet observateur a montré que la force avec lequelle ce liquide sort par la section d'un sarment ne disparaît pas tout d'un coup quand la Vigne cesse de pleurer, mais que la variation diurne (découverte par Hales) de la tension du suc contenu dans les vaisseaux, à partir du moment où les bourgeons s'ouvrent, va en augmentant de jour en jour sous l'influence de la transpiration toujours croissante des pousses fraîchement feuillées, jusqu'à ce que la végétation exige assez de suc et que l'évaporation pendant le jour en enlève une assez grande quantité pour que la perte de liquide subie par le corps ligneux surpasse notablement l'absorption qui en est faite dans le

(1) Brücke, *Ueber das Bluten des Rebstockes* (*Annales de Poggendorf*, 1844, p. 63).

sol ; d'où il arrivé enfin qu'il ne se fait plus d'écoulement, à aucune heure de la journée, par les branches qu'on a coupées. M. Brücke a reconnu également que des tubes manométriques, adaptés à des hauteurs diverses aux branches de la même Vigne, indiquent dans la pression de la séve une différence générale équivalente au poids d'une colonne liquide égale à la distance verticale entre les niveaux des deux sections. Il conclut de ses observations : 1° que les branches d'un même pied de Vigne se comportent, relativement à la tension de la séve qu'elles renferment, de la même manière que des tubes en communication ; 2° qu'une portion considérable de la longue colonne observée dans les tubes qu'on adapte à une faible hauteur au-dessus du sol doit être mise sur le compte de la pression hydrostatique de la masse de liquide contenue dans les branches de la Vigne au-dessus du niveau auquel les tubes manométriques sont fixés. M. Brücke n'est même pas éloigné d'admettre que les vaisseaux, qui d'abord contenaient de l'air, se remplissent de liquide uniquement sous l'influence des cellules où abondent les matières solubles et qui constituent les rayons médullaires ainsi que l'étui médullaire de la tige et des branches. « Grâce à ces substances solubles et susceptibles de se gonfler dans l'eau, ces cellules commencent par se remplir complétement de ce liquide, et, comme elles continuent d'en prendre toujours plus que leur cavité ne peut en contenir, elles en envoient dans les vaisseaux voisins avec une portion de la substance soluble, sous la forme de séve. » Il est possible, d'après lui, que la séve s'insinue dans les vaisseaux d'abord aux extrémités supérieures des branches, et qu'elle y descende ensuite uniquement en vertu de la loi de gravité ; par là s'expliquerait assez bien ce fait, que les parties inférieures de la Vigne pleurent plus tôt que les supérieures. Il regarde enfin comme vraisemblable que la séve, au moment de son maximum annuel et diurne de tension, ne monte pas dans les vaisseaux, mais y descend.

Les dernières des conclusions formulées par M. Brücke tiennent à ce qu'il n'a pas connu une des circonstances les plus importantes du phénomène, sur laquelle les expériences dont je vais exposer les résultats jettent certainement du jour. Je me propose

de continuer ces expériences, de les étendre même à d'autres végétaux que la Vigne, et de publier ensuite cette nouvelle série d'observations.

Non-seulement les vaisseaux, mais encore les cellules ligneuses de la Vigne (ainsi que ceux de l'Érable, du Bouleau, du Peuplier, de beaucoup d'autres arbres feuillus, et les cellules ligneuses des Conifères), renferment pendant l'hiver (même au milieu du mois de mars, pour la Vigne) de l'air sous la forme de bulles et à l'intérieur d'un liquide. Ce dernier forme dans les vaisseaux une couche généralement mince, qui en revêt les parois ; il est en plus grande quantité dans les cellules ligneuses dont il remplit entièrement les extrémités rétrécies, tandis que dans leur portion médiane, plus large, il entoure une bulle d'air allongée.

Vers l'époque où la Vigne entre en séve, cet air diminue rapidement dans les cellules ligneuses. Mais il ne disparaît jamais entièrement des vaisseaux, même à l'époque où la séve est le plus abondante. En observant au microscope et sous l'huile des tranches longitudinales, qui ne soient pas trop minces, on constate la présence de bulles d'air allongées dans un très grand nombre de vaisseaux, soit larges, soit étroits. On comprend sans peine, et l'observation permet de s'en assurer sans difficulté, que la présence d'une bulle d'air, même assez grosse, dans un espace entouré d'une membrane homogène et perméable, n'empêche ni l'entrée ni la sortie d'un liquide sous l'action d'une pression soit extérieure, soit intérieure.

Lorsque, pour mesurer la force d'ascension de la séve dans la Vigne, on adapte à des branches d'un même pied, coupées à différentes hauteurs, des tubes manométriques, on voit constamment la colonne de mercure acquérir plus de hauteur dans ceux qui sont placés à un niveau peu élevé. Le mercure monte plus promptement dans ceux-ci que dans ceux qui ont été adaptés plus haut. Ainsi, à la fin d'avril, un tube placé à 0^{m},15 au-dessus du sol indiquait déjà, au bout d'une heure, par la hauteur du mercure, le maximum de pression qui, dans cette circonstance, fut de 0^{m},731. Dans un autre tube, qui fut posé en même temps, à 2^{m},066 au-dessus de terre, le mercure monta constamment pen-

dant 72 heures et présenta la variation diurne de pression que Hales avait déjà reconnue. Les variations accidentelles de pression produites par une augmentation d'humidité ou de sécheresse, par l'exhaussement ou l'abaissement de la température, se manifestent plus vite et à un plus haut degré dans les tubes manométriques les plus bas. Ceux-ci montrent encore la variation diurne de pression avec une netteté incomparablement plus grande que ne le font ceux qui se trouvent plus haut. Cette plus grande amplitude des oscillations diurnes, dans les manomètres placés bas, se montre fort nettement, surtout lorsque, comme à la fin de mai et au commencement de juin, la variation atteint d'un quart à un demi-mètre sous l'influence de la transpiration considérable des feuilles qui viennent de s'épanouir. Par exemple, dans deux tubes dont l'un était appliqué, à 1^{m},210, à une pousse qui avait un diamètre de 12-13 millimètres, dont l'autre se trouvait à 0^{m},445, adapté à un sarment de 10-11 millimètres d'épaisseur, la colonne mercurielle a eu les hauteurs suivantes :

				a.	*b.*
Le 1er juin,	à 7	heures. . . .		360^{mm}	273^{mm}
—	à 12	—		—14	68
—	à 2 1/2	—		0	41
Le 2 —	à 8	—		281	278
—	à 12	—		—19	50
—	à 3	—		—30	9

Dans des cas semblables, où un tube *c* était à 1^{m},112 au-dessus du sol, et un tube *d* à 410 millimètres au-dessus de *c*,

			c.	*d.*
Le 4 juin,	à 7	heures. . . .	217^{mm}	182^{mm}
—	à 12 1/2	—	83	131
—	à 3	—	34	112
—	à 7 1/2	—	—6	42
Le 9 —	à 9	— matin . .	68	92

Il n'est pas rare que la différence entre les colonnes mercurielles de deux tubes manométriques appliqués à différentes hauteurs du même pied de Vigne concorde d'une manière remar-

quable avec la hauteur d'une colonne de séve qui aurait pour hauteur la distance verticale entre les points d'application des deux tubes. Mais il est beaucoup plus ordinaire de voir la différence réelle entre les deux colonnes mercurielles se montrer plus faible lorsque la pression dans la Vigne suit une marche générale ascendante, que plus forte lorsque cette pression suit une marche descendante.

La direction dressée ou couchée des parties de la Vigne situées au-dessus du point d'application d'un manomètre n'exerce qu'une influence fort limitée sur la tension de la séve. Ainsi, par exemple, un de ces tubes a été adapté, à $0^m,15$ au-dessus du sol, à une branche d'une Vigne horizontale longue de $4^m,92$. Le redressement de la Vigne a fait monter le mercure de 93 millimètres en quatre heures (de $0^m,603$ à $0^m,696$) ; elle a été remise ensuite dans sa situation horizontale, ce qui a fait baisser le mercure de 128 millimètres (de $0^m,696$ à $0^m,468$) en deux heures et demie, après quoi il s'est remis à monter rapidement. D'autres expériences analogues ont amené des changements beaucoup plus faibles encore dans la hauteur de la colonne mercurielle, tandis que, selon l'opinion de Brücke, ils auraient dû être d'environ 360 millimètres.

Tous ces phénomènes tendent à prouver que la cause de la tension de la séve réside hors des parties aériennes de la Vigne ; en outre, que l'action de la force impulsive dans les parties de la plante éloignées du sol trouve des obstacles non-seulement dans le poids du liquide soulevé verticalement, mais encore dans la résistance des nombreuses membranes, à travers lesquelles la séve doit se frayer un passage. Cette conjecture passe à l'état de certitude, grâce à une expérience fort simple.

Si l'on dénude une racine dans sa portion voisine de la tige, qu'on la coupe, et qu'on adapte deux manomètres, l'un à la section de sa portion restée en terre, l'autre au tronçon qui tient à la tige, on constate toujours une très grande différence entre les hauteurs du mercure dans l'un et l'autre, le plus bas étant constamment le dernier. Au commencement de juin, cette différence était de 150 à 250 millimètres, elle est devenue de 400 à 500 au milieu de juin ; et à la fin du même mois (où, à tous les moments de la journée, le tube en rapport avec la tige donnait

un résultat négatif quant à la hauteur du mercure), elle s'est élevée de 600 à 700 millimètres. Il résulte de là que la force impulsive a très certainement son siége dans les racines (1).

Toutefois cette force ne réside ni dans les extrémités radicellaires, ni dans les parties jeunes des racines. Des racines adventives d'un an, dont la longueur atteignait 110 millimètres et dont le diamètre était de 3 millimètres, ayant été adaptées à un manomètre d'un faible calibre et plongées dans l'eau, n'ont pas fait monter le mercure ou ne l'ont élevé que très faiblement (jusqu'à 5 millimètres).

L'écoulement de séve de la Vigne n'est pas plus limité aux mois de printemps que dans les autres végétaux. A la vérité, les parties situées hors de terre ne laissent plus couler de séve à aucun moment de la journée, peu après que les premières feuilles se sont montrées ; mais les racines qu'on coupe en laissent sortir pendant tout l'été. La force avec laquelle ce liquide sort n'est pas plus faible en été qu'au printemps, et elle ne diminue même que lentement en automne. Ainsi elle faisait équilibre, le 21 juin, à 699 millimètres de mercure ; le 3 juillet, à 618 millimètres ; le 8 juillet, à 748 millimètres ; le 1er août, à 515 millimètres ; le 1er septembre, à 335 millimètres. Au contraire, la quantité de liquide qui s'écoule dans un temps donné est beaucoup plus forte au printemps qu'à une époque plus avancée de l'année : le 28 avril, pendant toutes les vingt-quatre heures, elle a été de 20gr,131 par heure ; le 9 juillet, pendant le même espace de temps, elle a été de 1gr,219 par heure, la racine ayant dans les deux cas 11 millimètres de diamètre. Un autre fait qui vient à l'appui de celui-ci, c'est que, pendant le printemps, le mercure retourne incomparablement plus vite qu'en été à son premier niveau, lorsque, après avoir enlevé le manomètre pendant plusieurs heures et

(1) L'énoncé analogue de Dutrochet (la force motrice a son siége dans les spongioles, *Mémoires*, édit. de Bruxelles, p. 201) est basé sur des raisons insuffisantes et simplement sur cette observation, que la section de racines, même très grêles, pleure encore lorsque l'extrémité seule de la racine est restée intacte. Dutrochet n'a pas déterminé la force avec laquelle sort la séve, ni la durée de son écoulement. (NOTE DE L'AUTEUR.)

avoir laissé couler librement la séve, on le remet ensuite en place; pour cela, il a fallu trois heures le 8 mai; il en a fallu trente et un le 19 juillet. Le manomètre adapté à une racine tronquée ayant été enlevé du 22 jusqu'au 25 juillet, après qu'on l'a eu replacé, il a fallu quarante-huit heures pour que la colonne mercurielle atteignît sa première hauteur. On voit qu'en été, la Vigne répare beaucoup plus lentement qu'au printemps les pertes de séve qu'elle subit.

Les influences externes qui exercent une influence puissante sur le degré de tension de la séve sont la température et l'humidité du sol, aussi bien que de l'air. L'influence de la température est de beaucoup prédominante vers le commencement du printemps, lorsque la terre est encore complétement imbibée d'eau. L'ascension de la séve, qui avait atteint, le 24 avril, le maximum de cette année, a diminué jusqu'à cesser par suite de l'abaissement de température qui a eu lieu du 22 au 30 avril. (La température moyenne de ces jours, calculée d'après le maximum et le minimum de température de chacun d'eux, a été seulement de + 7°, 1 c. pour tout cet espace de temps, de 3°, 1 c. du 23 au 27, de 4°, 2 c. du 23 au 30 avril.) Le même pied de Vigne qui, le 24 avril, avait élevé la colonne mercurielle, sous l'impulsion de la séve, à 804 millimètres, ne l'a plus soulevée qu'à 8 millimètres le 29 avril, qu'à 6 millimètres le 30 au soir. Ce fut seulement le 5 mai que la tension augmenta de nouveau, au point d'élever le mercure à 522 millimètres. A partir du moment où la chaleur moyenne de la journée atteignit le chiffre de + 15° c., l'influence de la température diminua d'importance, celle de l'humidité devint, au contraire, dominante et finalement exclusive. Pendant une sécheresse continue, au milieu du mois de mai, il a suffi d'arroser abondamment la Vigne pour faire monter la colonne mercurielle dans le manomètre de 0m,262 à 0m,335, entre sept heures du soir et huit heures du matin; pendant le même temps, le mercure des tubes manométriques adaptés aux pieds de Vigne voisins et non arrosés baissait constamment. L'influence d'un arrosement a été plus prononcée encore au milieu du mois de juin; il a fait monter le mercure en vingt-quatre heures de 0m,403 à 0m,603.

Outre ces grandes oscillations accidentelles de la pression de la

séve, il y a, dans les parties aériennes et non isolées de la Vigne, une variation diurne (découverte par Hales) qui ne se manifeste qu'à partir du moment où les bourgeons s'ouvrent, et qu'on reconnaît aisément, avec tous les observateurs, comme dépendant de l'évaporation par les feuilles. L'étendue de cette variation, qui diffère d'un jour à l'autre, selon le degré d'humidité de l'air, est en général constamment croissante, à mesure que les pousses se développent. A la fin d'avril, par un air sec, elle s'est élevée, au maximum, à 0^{m},023; elle a été de 0^{m},040 au commencement de mai, de 0^{m},100 dans le second tiers, de 0^{m},400 et plus à la fin du même mois, jusqu'à ce qu'enfin l'évaporation, qui a lieu pendant le jour, épuise tellement la séve contenue dans la Vigne, que, même pendant la nuit, les racines ne puissent plus élever la pression dans les parties inférieures de la Vigne au-dessus de 0^{m},200 au commencement de juin, de 0^{m},033 au milieu de juillet. J'ai reconnu, comme les observateurs antérieurs, que le maximum diurne a lieu quelques heures après le lever du soleil, et que le minimum arrive au coucher du soleil.

Une particularité très remarquable, c'est la rapidité avec laquelle la tension de la séve change par l'effet d'une variation subite dans l'humidité de l'air. La colonne mercurielle d'un manomètre s'élevait à 0^{m},050, le 24 mai à midi, par un ciel pur et un vent d'est sec. A midi et demi survint un vent d'ouest humide; bien que le soleil continuât d'être ardent, grâce à la pureté du ciel, et que la température se fût élevée de 3°, 75 c., à une heure et demie le mercure était à 0^{m},81 ; il était à 0^{m},368 le soir, à huit heures, par un ciel légèrement nuageux.

Les racines qui s'enfoncent profondément ne montrent pas de variation diurne comparable à celle des parties aériennes. L'exhaussement et l'abaissement de la colonne mercurielle dans les manomètres qu'on y adapte sont toujours en rapport avec le degré d'humidité du sol. Il en est autrement pour les racines peu profondes, marchant horizontalement à 0^{m},50 environ en terre, parce que l'absorption de l'eau du sol peut être considérablement contrariée pendant le jour par l'action desséchante des rayons solaires. On y constate une variation diurne, qui atteint son minimum vers le

soir, et qui s'élève jusqu'à 70 millimètres, dans certaines occasions jusqu'à 100 millimètres.

Déjà M. Brücke a fait remarquer que des observations, poursuivies pendant longtemps sur les mêmes sections de sarments de Vigne, finissent par donner des résultats trompeurs. (Tous les résultats que je rapporte ici ont été déduits d'observations suivies pendant une durée de cinq jours au plus pour chaque section.) Deux phénomènes qu'on observe sur les manomètres dont on se sert pendant longtemps méritent d'être mentionnés particulièrement. Déjà le troisième ou le quatrième jour, la variation diurne y est beaucoup moins prononcée que sur les tubes appliqués à d'autres branches du même pied de Vigne coupées fraîchement. A ce moment, les orifices des vaisseaux qui ont été ouverts dans la branche soumise à l'expérience ne sont encore nullement bouchés. La moindre perméabilité des parois de ces vaisseaux et de celles des cellules adjacentes ne peut tenir qu'à un changement dans les membranes qui n'est pas reconnaissable au microscope. — Le deuxième phénomène est que, lorsqu'on fait ces expériences sur de petites branches latérales de pieds de Vigne déjà forts, on les voit périr au bout de quelques jours ; le mercure baisse en deux ou trois jours environ jusqu'à zéro ou au-dessous pour ne plus remonter. Si l'on examine alors le bois, on le trouve sec et mort.

La force d'ascension de la séve absorbée par les racines n'est pas plus propre au petit nombre de végétaux ligneux sur lesquels on l'a constatée jusqu'à ce jour, qu'elle n'est limitée à un petit nombre de semaines du printemps. C'est un phénomène tout à fait général et durable, qu'on observe dans beaucoup de plantes herbacées avec une intensité bien plus grande que pour les espèces ligneuses. Je citerai comme exemples les maxima que j'ai observés sur diverses plantes enracinées que j'avais coupées peu au-dessus de terre :

Atriplex hortensis.	65	millim. de mercure.
Chrysanthemum coronarium. . .	14	—
Digitalis media (1)	161	—
Papaver somniferum	212	—
Morus alba.	12	—

(1) Plante haute de 0m,953, dont la section avait 10 millim. de diamètre.

Je rapprocherai de ces résultats ceux que j'ai obtenus sur quelques plantes dont les racines avaient été retirées de terre, autant que possible, sans rupture, et plongées ensuite dans l'eau :

Digitalis media.	30 millim.	de mercure.
Sonchus oleraceus.	24	—
Chenopodium album.	16	—
Papaver somniferum	11	—
Petunia nyctaginiflora.	7	—
Pisum sativum (plante jeune). .	31-25	—

Dans tous ces cas, l'ascension du mercure a suivi une marche uniformément ascendante.

Une des principales difficultés qu'offre l'explication de l'ascension de la séve, savoir, son existence en apparence exceptionnelle chez un petit nombre de végétaux pendant une portion restreinte de l'année, devient plus grande encore par la généralité du phénomène. Dans l'état actuel de nos connaissances, pour essayer de l'expliquer, on ne peut suivre que la voie indiquée, mais non ouverte, par M. Brücke. On ne voit pas d'autre cause vraisemblable de la force impulsive que l'action endosmique exercée sur l'eau du sol par les matières solubles qui se trouvent dans des groupes déterminés de cellules de la racine.

Avant l'entrée en séve, ces matières ne se trouvent presque uniquement que dans les cellules des rayons médullaires : le sucre en médiocre quantité, les produits premiers de l'élaboration de l'amidon, savoir la dextrine et les analogues, en proportions plus fortes. C'est sur ces dernières matières, ainsi que sur leur représentant, la gomme arabique, que doit porter d'abord l'explication.

Sous le rapport de son action endosmique, la gomme arabique se distingue nettement des substances qui, comme le sel de Glauber, le sel marin, le sucre, etc., ont servi presque exclusivement aux recherches des physiciens et des physiologistes relativement à l'endosmose. Une solution gommeuse, séparée de l'eau pure par une membrane d'origine animale ou végétale, absorbe uniquement de l'eau, sans donner de la gomme en échange, en supposant qu'on supprime toute pression hydrostatique des liquides intérieur et extérieur, en réglant fréquemment et avec soin le niveau de l'un

et de l'autre. On peut aisément rendre l'expérience démonstrative en employant la solution de gomme comme liquide extérieur, l'eau distillée comme liquide intérieur. Dans un cas de ce genre, après que 9gr,128 d'eau furent sortis pour se porter dans une solution gommeuse obtenue avec 13,32 pour 100 de cette matière, le restant du liquide intérieur, qui pesait encore 30gr,872, ne laissa, après avoir été évaporé, pour résidu solide que 0gr,008, quantité tellement faible, qu'on peut fort bien la rapporter aux impuretés accidentelles de l'eau. Le courant n'avait donc marché que de l'eau vers la gomme ; l'équivalent endosmique de la gomme est dès lors illimité.

Si l'on filtre une solution de gomme, en employant la pression, à travers des membranes végétales (papier de riz, lames minces transversales de bois de sapin), le liquide qui passe au travers du filtre est beaucoup moins concentré que la solution primitive (1). La densité des liquides filtrés, quand on agit sur des liquides d'égale concentration, augmente en raison de la pression employée. Le liquide qui a traversé le filtre est d'autant plus inférieur en densité à la solution sur laquelle on avait agi, que celle-ci était plus concentrée.

La quantité de liquide qu'exsude une cellule, grâce à son contenu doué de facultés endosmiques, après avoir absorbé de l'eau jusqu'à la turgescence, est déterminée par trois facteurs : la puissance endosmique du contenu, la perméabilité de la membrane pour l'eau attirée par ce contenu, et l'aptitude de cette membrane à laisser filtrer une portion du contenu, par suite de l'absorption endosmique de l'eau sous une pression croissante. Dans toutes les membranes connues, la dernière de ces propriétés est très inférieure aux deux premières, circonstance d'où dépend le gonflement des cellules qui absorbent de l'eau, gonflement qui va quelquefois jusqu'à faire crever la membrane cellulaire. Pour que l'exsudation de liquide par la cellule soit appréciable, il faut, on le comprend d'avance, qu'une portion seulement de la cellule soit en

(1) Comme M. Wilib. Schmidt l'avait déjà reconnu pour le filtrage au travers des membranes animales. (*Poggend. Ann.*, vol. XCIX, p. 37.)

contact avec l'eau extérieure, et il faut une disposition par l'effet de laquelle le liquide qu'exsudent les parties de la cellule non en contact avec l'eau vienne se ramasser. Une circonstance qui contribue à augmenter l'exsudation, c'est que les surfaces absorbante et exsudante soient entre elles en raison inverse de la capacité de la membrane pour l'endosmose et pour la filtration; en d'autres termes, c'est que la portion excrétante des parois cellulaires soit plus étendue que la portion absorbante. Mais l'exsudation par les portions non absorbantes de la membrane cellulaire doit devenir encore plus considérable, lorsque la filtration, à travers la surface absorbante, rencontre des obstacles (tels qu'une épaisseur plus forte ou une perméabilité moindre dans ces portions de la membrane cellulaire amenée par une constitution chimique particulière ou surtout par le dépôt de couches cellulaires). Toutes ces conditions se rencontrent au plus haut degré dans la racine.

Les cellules des rayons médullaires de l'écorce interne de la racine, qui sont riches en fécule et en matières solubles, sont séparées de l'eau du sol par les couches cellulaires de l'écorce externe de la racine, dont le nombre ne dépasse pas cinq à huit; le contenu de ces dernières se fait reconnaître à la manière dont il se comporte avec les réactifs, pour une solution faible de matières organiques. Il est naturel d'admettre que les membranes de ces dernières cellules, qui sont en train de se changer en substance subéreuse, notamment dans les parties un peu âgées de la racine, ne laissent que difficilement filtrer vers l'extérieur le liquide de l'intérieur de la plante. La Vigne contient beaucoup de matières solubles et hygroscopiques. Le bois de sa racine râpé fin, puis desséché à 40° c., jusqu'à ce que la dessiccation n'en diminue plus le poids, perd encore en matières solubles lorsqu'on le traite par l'eau froide : au commencement de février, au moins 8 pour 100; au milieu de mars, de 5,69 à 5,88 pour 100; au milieu de juin, 3,7 pour 100. Le dépôt de l'extrait desséché à une chaleur douce est fortement coloré en jaune d'or; obtenu de branches de la racine coupées au printemps, il a une saveur purement et fortement sucrée, qu'on ne retrouve plus à celui qui a été obtenu au mois de juin. Il est en faible partie soluble dans l'eau, en majeure partie

susceptible seulement de se gonfler dans ce liquide. Il ne montre que de faibles indices de la présence de l'azote. Les matières solubles qu'on obtient en traitant par l'eau le bois des parties aériennes de la Vigne sont en quantité un peu moindre que celles que donnent les racines coupées en même temps.

La tension à laquelle le liquide, versé par exsudation d'une cellule surabondamment remplie dans un espace adjacent et clos, dépend (toutes choses égales d'ailleurs) du rapport qui existe entre l'étendue de la surface absorbante et celle de la surface sécrétante. Sous ce rapport encore, la Vigne présente des conditions plus favorables qu'on ne pourrait les obtenir ailleurs artificiellement. En effet, la coupe transversale d'une racine de deux ans présente de cinquante à soixante rayons médullaires; de là un fragment de racine long de 10 millimètres et de 5 millimètres de rayon exsude du liquide par une surface de 6000 millimètres carrés, dans des espaces dont le contenu total ne peut être tout au plus que de 300 millimètres cubes. La séve, poussée en haut par les portions absorbantes des racines, rencontre partout, dans le bois, des tissus (les rayons médullaires) semblables à ceux qui ont déterminé son ascension, dont le contact doit accroître médiatement sa tension.

Au moyen d'appareils divers, j'ai cherché à reproduire des conditions approximativement analogues à celles qui existent dans les plantes : ainsi j'ai mis dans des récipients fermés (tubes de verre, dont les orifices étaient bouchés par des membranes végétales) des matières susceptibles d'endosmose, en rapport d'un côté avec l'eau, de l'autre avec des récipients ouverts ou fermés au moyen du mercure, dans lesquels cette cellule artificielle pouvait exsuder une portion du liquide qui ne restait pas dans son intérieur. J'avais eu le soin de disposer le tout de telle sorte que le liquide, émis par la cellule, eût à surmonter moins d'obstacles de ce dernier côté que dans son passage à travers les membranes, par l'intermédiaire desquelles l'appareil était mis en rapport avec l'eau. L'extrémité par laquelle l'eau pouvait être expulsée ne portait qu'une membrane simple; il y en avait, au contraire, plusieurs réunies à l'autre bout, ou bien j'y avais adapté un ou plusieurs tubes cylindriques

et courts remplis d'eau pure, et fermés par des membranes de même nature. D'autres appareils du même genre ont été construits de telle sorte que la matière endosmiquement active se trouvait enfermé dans une petite poche formée d'un morceau de papier de riz; la cellule ainsi formée était posée sur la membrane qui fermait un tube de verre, plongeant dans l'eau.

Dans ces expériences, les surfaces, soit absorbantes, soit exsudantes, ne mesuraient que 42 millimètres carrés. On ne sera pas surpris que, dans de telles conditions, la quantité de liquide exsudé fut peu considérable, comparativement à celle qui provient, dans le même espace de temps, des racines d'une plante vivante. En remplissant la cellule active de l'appareil avec des solutions concentrées (de 10 pour 100 et au-dessus) de gomme arabique, j'obtenais une exsudation moyenne de $0^{gr},1$ par heure, et seulement d'environ $0^{gr},05$ par heure avec des solutions plus faibles (2 à 3 pour 100). Le liquide exsudé restait au-dessous du liquide exsudant, quant au degré de concentration, de 2 ou 3 pour 100 dans les premiers cas, de 0,5 à 1,5 pour 100 dans les derniers. Un manomètre adapté à des appareils de ce genre montait lentement, mais constamment. La plus grande hauteur à laquelle j'aie vu arriver la colonne mercurielle a été de $0^{m},092$. Au voisinage de ce point, il a fallu toujours arrêter l'expérience, parce que les membranes qui fermaient l'appareil du côté de l'eau extérieure commençaient à se décomposer, et ne donnaient plus une occlusion parfaite.

Ces expériences sont insuffisantes pour expliquer le phénomène de l'ascension de la séve, non pas à cause de la faible hauteur à laquelle la colonne mercurielle a été élevée, car elle se serait certainement élevée beaucoup plus haut, si l'on avait pu conserver les membranes un plus grand nombre de jours, mais parce que le liquide exsudé était une solution de gomme beaucoup trop concentrée pour être comparée à la séve qui coule des parties des plantes qui ont été coupées.

Les résultats sont tout à fait différents, lorsqu'on remplit l'appareil avec des matières qui se gonflent en absorbant de l'eau sans s'y dissoudre, comme avec la pectine ou la gomme adragante. Lorsqu'on emploie la pectine aussi pure que possible, l'action est

lente; mais elle est considérablement accélérée par une faible addition de gomme. Alors le liquide exsudé égale en quantité celui qu'émettent les solutions de gomme, et il soulève la colonne mercurielle avec la même énergie. Il en est de même pour la gomme adragante. Le liquide sécrété est une solution extrêmement affaiblie de matières végétales; par la dessiccation, il ne laisse que 0,1 à 0,2 pour 100 de son poids en substances solides.

Il est ainsi démontré qu'une matière parfaitement analogue par ses propriétés physiques à celle que contient en quantité la racine de la Vigne, surtout en ce qui concerne la manière dont elle se comporte avec l'eau et les membranes homogènes, produit des actions comparables à l'ascension de la séve, lorsqu'elle se trouve dans des rapports correspondants à ceux avec lesquels elle existe à l'intérieur des racines vivantes.

DES

FORMATIONS VÉSICULAIRES

DANS LES CELLULES VÉGÉTALES,

Par M. Aug. TRÉCUL.

I. — Du nucléus et de la vésicule nucléaire.

Le nucléus des cellules végétales n'est réellement connu que depuis la publication, en 1833, du travail de l'illustre Robert Brown : *Sur les organes et le mode de fécondation dans les Orchidées et les Asclépiadées* (1), où il signale son existence dans diverses familles de Monocotylédones et dans plusieurs plantes dicotylédonées. Toutefois il avait été indiqué dans une figure donnée par Meyen (*Phytot.*, pl. 3, fig. 9, *b*, *b*), qui le décrit comme une élévation verruqueuse de la membrane cellulaire. M. Bauer, qui l'a figuré dans les utricules stigmatiques du *Bletia Tankervilliæ*, semble le considérer comme visible seulement après la fécondation. Robert Brown le nomma *nucleus cellulæ*, et fit voir qu'il peut exister dans les utricules épidermiques et dans les cellules parenchymateuses, où il forme, dit-il, une sorte de petite aréole légèrement convexe, plus ou moins distinctement granulaire, insérée à la face interne de la membrane utriculaire, ou quelquefois vers le centre de la cellule.

Dans ce travail de R. Brown, on trouve le germe de la théorie de la multiplication des utricules par le nucléus ; car ce savant attribue la formation des grains de pollen à l'agrandissement et à la division subséquente du nucléus des utricules mères du pollen.

M. Schleiden (*Beitræge zur Phytogenesis*, etc., Müller's *Archiv*, 1838) étendit le rôle du nucléus (qu'il nomme *cytoblaste*) à

(1) *Transact. of the Linnean Soc. of London*, 1833, p. 710.

la formation de toutes les cellules. Suivant lui, le nucléole se forme le premier; il commence par un granule, autour duquel se montre bientôt le *cytoblaste*, qui paraît comme une coagulation granuleuse. Celui-ci croît ensuite. Aussitôt que ce cytoblaste a atteint toute sa grosseur, il s'élève de lui une vésicule fine et transparente : c'est la jeune cellule, qui d'abord se montre comme un segment de sphère très aplati, dont le côté plan est formé par le cytoblaste, et le côté convexe par la jeune cellule qui forme comme un verre de montre à sa surface. Cette vésicule se dilate et devient plus consistante ; ses parois sont formées d'une gelée, à l'exception du cytoblaste, qui néanmoins fait constamment partie de la paroi. Peu à peu toute la cellule s'accroît jusqu'au bord du cytoblaste, et devient bien vite si grande, qu'enfin ce dernier ne paraît plus que comme un petit corps enclavé dans une des parois latérales. Après l'accroissement de la cellule, on trouve le cytoblaste enchâssé dans sa paroi, et il reste dans cette position pendant toute la vie de celle-ci, à la formation de laquelle il a contribué. Quand les cellules dans lesquelles il se trouve ne sont pas destinées à un plus grand développement, il se dissout ou se résorbe, ou dans sa place même, ou après qu'il est tombé dans la cavité cellulaire comme un corps inutile. Aussitôt après sa résorption, commence la formation des dépôts secondaires sur la face interne des parois cellulaires.

M. Herm. Karsten n'admet point cette manière de considérer le nucléus. Dans son travail intitulé *De cella vitali* (Berlin, 1843), il dit à la page 72 : « L'évolution de la cellule ne dépend point de la formation antérieure d'un nucléus solide, mais elle naît d'un liquide homogène par une cause que les lois physiques ne peuvent expliquer. »

Suivant M. Unger (*Grundzüge der Anat. und Physiol.*, 1846, p. 36), le nucléus paraît surtout important comme porteur des combinaisons de protéine. C'est une vésicule à membrane mince, remplie d'une substance azotée, le plus souvent grenue, qui contient aussi un ou plusieurs nucléoles, dont la nature vésiculaire est douteuse (page 43). Dans le contenu homogène de la cellule mère se séparent d'abord des corpuscules ronds (nucléus, nucléoles),

qui vraisemblablement représentent une substance azotée. Autour d'eux se dépose une couche de gelée, qui bientôt s'étend sous la forme d'une vésicule, et se sépare en totalité ou en partie du nucléus. La vésicule gélatineuse devient la membrane de la jeune cellule, et le nucléus reste ou attaché à la paroi, ou libre dans l'intérieur de la cellule, et disparaît dans les deux cas, après que celle-ci a atteint un plus haut degré de développement.

M. Nägeli (*Zeitschrift für wissensch. Bot.*, von Schleiden und C. Nägeli, Zürich, 1847) admet que le nucléus est une vésicule entourée d'une membrane dès son origine, bien qu'elle ne soit pas d'abord distincte. Il admet aussi qu'il se forme de deux manières : 1° libre dans le contenu de la cellule, 2° par division d'un nucléus mère. Dans le premier cas, « il paraît, dit-il page 103, que d'abord un nucléole se forme, qu'autour de lui une couche de mucus se dépose, et qu'à la surface de ce dernier naît la membrane de la vésicule nucléaire. » La formation par division aurait lieu de la manière suivante : Dans un nucléus mère qui contient deux nucléoles, le contenu se divise en deux parties, se dispose autour des deux nucléoles, puis se revêt d'une membrane. Les membranes des deux nouvelles vésicules nucléaires, appuyées en partie sur la paroi de la vésicule mère et en partie l'une contre l'autre, sont bientôt séparées par une cloison née de la vésicule mère.

M. Nägeli met en parallèle la cellule et le nucléus auxquels il trouve des propriétés communes, telles que le développement, par exemple, ainsi qu'on vient de le voir. Les nucléus finissent par dissolution, en conséquence de leur affaiblissement dû à la vieillesse, ou par multiplication.

Relativement au rôle que cet anatomiste attribue au nucléus dans la formation des cellules, quand il y prend part, voici comment ce savant le résume à la page 41 : « Il naît un nucléus qui *attire* une partie notable du contenu muqueux de la cellule mère, et s'en couvre entièrement ; sur la surface de ce contenu muqueux naît la membrane cellulaire. »

Dans la 3° édition de ses *Grundzüge* (1849), M. Schleiden a modifié son opinion sur l'origine du nucléus et sur la production

des cellules qui la suit. Il admettait dans son travail de 1838 qu'un nucléole se développait, autour duquel se montrait plus tard le cytoblaste, qui apparaissait sous l'aspect d'une coagulation granuleuse. Quand ce cytoblaste avait atteint tout son développement, il s'élevait de sa surface une vésicule qui était la jeune cellule. Dans le présent ouvrage, il dit que le protoplasma se réunit en un corps plus ou moins arrondi, à la fin nettement circonscrit, le nucléus (cytoblaste), sur lequel se dépose une couche de protoplasma qui s'étend en vésicule, et forme l'enveloppe de la cellule; le tout s'entoure de bonne heure d'une paroi de cellulose. « C'est là, dit-il, ce qui paraît avoir lieu dans le sac et la vésicule embryonnaires. » Ailleurs, il en serait autrement (et ce passage semble attester que M. Schleiden n'a pas une grande confiance dans sa théorie, car il place le nucléus au second rang) : « Le contenu d'une cellule et l'enveloppe azotée inclusivement se divisent en deux portions, qui paraissent séparées par une zone claire, et autour de chaque portion se forme une paroi de cellulose. » Ainsi, voilà la cellule achevée, sans qu'il soit question du nucléus. Ce n'est qu'ensuite que M. Schleiden parle de ce dernier, qui alors, ou se divise, se dédouble, et devient le centre d'une portion formatrice du contenu cellulaire, ou disparaît, de manière qu'aussitôt après la naissance des deux nouvelles cellules, un nouveau nucléus se développe dans chacune d'elles. Évidemment ce dernier passage n'est pas clair; cela me paraît tenir à ce que M. Schleiden a entrevu une partie de la vérité, et qu'il n'a pas su concilier son observation avec la théorie.

M. W. Hofmeister (*Die Entstehung des Embryo der Phaner.*, Leipzig, 1849) dit à la page 11 : « Comme premier degré de formation des nucléus, j'ai trouvé partout où il me fut permis de remonter jusqu'à leur naissance, des *vésicules muqueuses* munies d'une fine membrane, sans formation solide (nucléole) à l'intérieur, dans la grande majorité des cas. Quand il existe des nucléoles, ils sont nés après le nucléus. » A la page 62, M. Hofmeister complète cette observation en disant que cette vésicule nucléaire commence, sans exception, par une goutte sphérique de mucus. Il dit, en outre (page 61), relativement à l'origine des cellules :

« Le nucléus naît avant la formation de la cellule. Une partie du contenu de celle-ci s'accumule autour de lui, se revêt d'une membrane extrêmement mince, de nature albumineuse, par laquelle est sécrétée la paroi de cellulose. »

D'après M. Hugo Mohl (*Die vegetabilische Zelle*, 1850), des masses de protoplasma, à limites indéterminées, et dont la densité croît vers l'intérieur, s'accumulent aux places où ils doivent apparaître. Plus tard, on remarque, surtout à l'aide de l'iode, au milieu de chaque masse, un corps globuleux, formé d'une substance granuleuse, lequel est homogène, comme le protoplasma environnant, et souvent très brillant : c'est un nucléus. Il se délimite bientôt nettement à l'extérieur, et contient dans son intérieur plusieurs granules ronds, bien circonscrits (les nucléoles). M. Mohl n'a pu s'assurer si l'aspect membraneux de la couche extérieure constitue réellement une membrane, ou s'il n'y a là qu'un accroissement de densité. Quant aux nucléoles, ils lui paraissent au commencement comme des grains solides, qui, plus tard, se creusent fréquemment en vésicules.

Dans la formation libre des cellules, deux ou quatre nucléus se forment dans chaque cellule, puis autour d'eux s'amasse une partie du protoplasma environnant : ce protoplasma n'est point nettement limité dans le principe ; mais plus tard, il s'entoure à l'extérieur par une utricule primordiale, dont la production est promptement suivie par celle d'une membrane de cellulose, qui enveloppe tout le contenu azoté. Quand la multiplication des cellules a lieu par la division des cellules mères, la naissance de nouveaux nucléus, ou la division de ceux qui existent précède l'apparition des cloisons.

Deux ans plus tard, en 1852, M. Schacht, dans son ouvrage intitulé *Die Pflanzenzelle*, s'exprime à peu près en ces termes : « De la substance granuleuse s'accumule sur la paroi interne de l'utricule pollinique ou du sac embryonnaire ; de gros globules, le plus souvent translucides (nucléoles ?), naissent parmi cette substance granuleuse, puis des cytoblastes complets paraissent ; et enfin, autour de ceux-ci, se forme une pellicule mince, l'utricule primordiale, la membrane de la nouvelle cellule. » Il ajoute plus

loin : « Où un nouveau nucléus naît se forme plus tard, peut-être par la naissance répétée d'une couche de protoplasma endurcie, une utricule primordiale autour de lui ; où un nucléus se divise, l'utricule primordiale se rompt en autant de parties qu'il y a de nucléus. » M. Schacht pense que la formation des nucléus par division est la plus commune, et qu'elle précède toujours la division de l'utricule primordiale.

On peut voir par ce qui précède que MM. Schleiden, Nägeli, Hofmeister, Unger, Mohl et Schacht, s'accordent pour admettre que, toutes les fois qu'il existe un nucléus, il naît avant la cellule, et que la membrane de celle-ci se forme à la surface d'une couche protoplasmique accumulée sur le nucléus, attirée par lui, suivant MM. Schleiden et Nägeli. Ils ne diffèrent qu'en ce que M. Schleiden, au moins dans son premier travail, MM. Schacht et Nägeli, prétendent que les nucléoles apparaissent avant le nucléus, tandis que M. Hofmeister assure qu'ils ne se développent qu'après. L'opinion de ces savants diffère encore en ce que les uns assurent que le nucléus existe dans toutes les cellules ; ce sont MM. Schleiden, Schacht et Unger. Ce dernier ajoute même (*Anat. und Phys.*, 1855) que « le nucléus est aussi nécessaire à la formation de la cellule que le protoplasma lui-même. » Cependant M. Unger, qui avait soutenu une opinion opposée, n'indique point en quoi consiste son utilité. Il ne paraît en juger que par la présence du nucléus, qu'il croit constante dans les cellules. M. Mohl, au contraire, croit que, chez les végétaux cellulaires, les Algues, la division des cellules arrive sans la formation antérieure d'un nucléus. M. Nägeli ne croit pas non plus à la généralité de l'existence du nucléus.

M. Th. Hartig (*Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeims*, etc. Leipzig, 1858) pense qu'un nucléus est indispensable à la formation de la cellule. Voici sa théorie : « Les cellules sont des corps vésiculiformes, composés de deux pellicules utriculaires contractiles minces, emboîtées l'une dans l'autre, et de deux liquides de sorte différente. L'un de ces liquides remplit la cavité interne de la cellule (c'est le contenu de la cellule des anatomistes) ; l'autre est placé entre les deux pellicules constituant la paroi utriculaire. » C'est, suivant M. Hartig, dans l'espace intermédiaire à ces deux

pellicules, et non dans la cavité utriculaire proprement dite, qu'est situé le nucléus.

Celui-ci est composé d'une peau externe, de la substance nucléaire qui forme la masse principale, et du nucléole. Dans les gros nucléus, on reconnaît nettement que la substance nucléaire est composée de beaucoup de corpuscules comprimés, polyédriques, munis déjà d'une peau enveloppante.

La paroi utriculaire naît du nucléus de deux manières :

1° Sous la membrane du nucléus, c'est-à-dire dans son intérieur, un corpuscule de la substance nucléaire se développe en une vésicule séveuse (monophysalide) qui grandit avec la vésicule nucléaire originelle, qu'elle double en quelque sorte, de manière que tout le contenu primitif du nucléus se trouve réparti entre deux membranes. Ce sont ces deux pellicules qui constituent la membrane utriculaire ou le ptychode. Les autres corpuscules de la substance nucléaire, contenus entre ces deux enveloppes interne et externe, se transforment là en petites vésicules séveuses (microphysalides), desquelles naissent la chlorophylle granuleuse, l'amidon, l'aleurone, ou bien les corps de cellulose qui, par leur union, forment la paroi cellulaire ordinaire.

2° Dans le cas précédent, un seul corpuscule de la substance nucléaire se développe en vésicule séveuse qui double la paroi primitive du nucléus ; ailleurs, plusieurs corpuscules se développent en même temps dans le nucléus en grandes vésicules séveuses (macrophysalides) qui croissent avec lui, le remplissent, y forment un tissu cellulaire à parois minces. Ces vésicules, intimement unies, sont résorbées en partie. Il ne reste de chacune d'elles que le côté adjacent à la vésicule nucléaire originelle, et c'est la réunion de toutes ces portions de vésicules qui produit la membrane interne de la paroi cellulaire. Comme dans le cas précédent, les corpuscules non développés en macrophysalides, et interposés entre les deux membranes du ptychode, se changent en grains de chlorophylle, d'amidon, etc. ; ou bien ils y donnent naissance par leur accroissement, leur multiplication par division, et leur union ultérieure, aux couches de cellulose disposées concentriquement, ponctuées, réticulées, rayées ou en spirales ; mais

avant leur solidification, un nouveau nucléus est né entre les deux membranes, dans un refoulement tourné vers la cavité interne de la cellule mère. Il suit le même mode de développement qu'elle, et donne à son tour naissance à un autre nucléus.

Voilà assurément une théorie bien singulière; elle a pris naissance dans des faits analogues à ceux qui ont conduit M. Schleiden à penser que le nucléus est enfermé dans l'épaisseur de la paroi cellulaire, dans une duplicature de cette membrane. Il est bien certain que M. Schleiden a vu le nucléus, et M. Hartig la chlorophylle et l'amidon que celle-ci renferme, etc., entre deux pellicules minces, qu'à première vue on est porté à considérer comme le dédoublement d'une même membrane, ainsi que l'a cru M. Schleiden; mais quand on remonte à l'origine des choses, on voit ce qu'a très bien aperçu M. Hartig, et ce qu'il n'a pas bien interprété (1). On voit très souvent, principalement dans les fruits pulpeux et en particulier dans la baie du *Lycopersicum esculentum* encore verte, le phénomène dont je viens de parler; si la baie est rouge déjà, ce sont des globules ou vésicules de cette couleur que l'on trouvera à la place de la chlorophylle amylacée. Dans le fruit du *Solanum nigrum*, on verra une sorte de vacuole, une vésicule fausse vacuole contenant un liquide homogène, incolore ou rose, naître dans la cellule mère. D'abord fort petite, elle grandit en refoulant graduellement tout le contenu de la cellule, de manière que lorsqu'elle a atteint la périphérie de cette cellule, tout le protoplasma et les grains de chlorophylle amylacés, ainsi que le nucléus qu'il contient, sont répartis au pourtour de l'utricule entre la paroi cellulaire proprement dite, et la pellicule interne qui limite la vésicule fausse vacuole colorée ou incolore.

D'autres fois le phénomène se montre sous un aspect un peu différent. Les jeunes cellules sont remplies de protoplasma, qui, ne pouvant les suivre dans leur extension, se retire en plus grande quantité sur une partie plus ou moins étendue de la paroi cellulaire.

(1) On verra plus loin que des vésicules contenant des matières colorantes et de l'amidon peuvent naître de l'utricule primordiale ou utricule protoplasmique, dans son épaisseur; mais ce n'est jamais le cas pour le nucléus. (NOTE DE L'AUTEUR.)

Ce protoplasma se revêt parfois d'une pellicule qui couvre le nucléus et aussi la chlorophylle, quand elle existe ou qu'il s'en développe. C'est cette pellicule que M. Schleiden a prise pour un dédoublement de la membrane de l'utricule.

Quant au second mode de formation de la double membrane utriculaire décrit par M. Hartig, il est fondé sur les faits suivants qui ont été, d'une part exagérés, d'autre part incomplétement observés par cet anatomiste. On voit, en effet, souvent naître dans une même cellule plusieurs vésicules au milieu du contenu de cette cellule. Il s'en forme quelquefois un grand nombre, mais quelques-unes seulement prennent beaucoup d'accroissement; les autres sont refoulées avec le nucléus et la chlorophylle, s'il y en a, vers le pourtour de la cellule ou entre ces vésicules, où elles sont ordinairement résorbées, quand toutefois la paroi de la cellule mère ne disparaît pas elle-même par dissolution ; car alors les vésicules, le nucléus, etc., se trouvent libres, et peuvent devenir eux-mêmes de véritables cellules, ainsi que je le dirai dans une autre partie de ce travail.

A cela se réduisent les faits. Pour ce qui est de l'union des vésicules entre elles, afin de concourir à la formation de la membrane interne de la paroi cellulaire, je pense qu'il serait très difficile à M. Hartig d'en montrer des exemples.

Je ne crois pas nécessaire de discuter ici l'opinion que M. Hartig émet sur l'origine des couches de cellulose. Elle n'a pas pour elle, je ne dirai pas le moindre fait, mais la moindre apparence. Je me bornerai à faire remarquer l'analogie qui existe entre cette idée et la théorie de M. Raspail, qui considère la membrane cellulaire *comme formée de granules intimement unis*, mais si petits, qu'ils sont invisibles.

Après avoir exposé succinctement les principales opinions émises jusqu'à ce jour sur la nature, l'origine et les fonctions du nucléus, je vais aborder la description de mes propres observations.

En commençant ce travail, je me suis proposé pour but de faire connaître le résultat de mes études sur les formations vésiculaires en général, et de traiter avec plus de détail l'histoire de la vésicule

amylacée. Ce n'est donc point une histoire aussi complète que possible du nucléus que j'ai l'intention de présenter ici. En débutant, j'avais surtout pour objet de signaler les propriétés de la vésicule nucléaire sans m'étendre sur son origine ; mais en avançant dans ma rédaction, je me suis aperçu que, pour être clair, il fallait entrer dans un peu plus de détails que je ne le désirais d'abord, et surtout qu'il était indispensable de donner un résumé historique des travaux antérieurs au mien, afin de faire ressortir ce qu'il peut offrir de nouveau, et les points sur lesquels il peut jeter quelque lumière. Un des points sur lesquels j'appelle l'attention des anatomistes, c'est l'interprétation des premiers phénomènes susceptibles d'être observés dans les jeunes cellules, c'est-à-dire sur l'origine du nucléus. Quelque confiance que j'aie dans l'explication que je donne de ces phénomènes, je me réserve d'y revenir avec plus de détail pour ce qui concerne la naissance du nucléus qui précède la formation des grains de pollen, dans un travail spécial sur la multiplication utriculaire.

En cherchant à remonter à l'origine de la vésicule nucléaire, j'ai été conduit à me demander si ce que l'on appelle *nucléus*, dans tous les cas observés, représente une même chose, ou, si l'on veut, un des états de cette vésicule nucléaire que l'on rencontre dans beaucoup de cellules, ou si de fausses analogies, tirées surtout de la situation des objets dans la cellule, n'ont pas porté à confondre des choses distinctes. Je me suis demandé si ces petites vésicules nucléaires, que l'on observe dans les utricules mères du pollen de beaucoup de plantes et dans les cellules ordinaires, sont bien de nature identique avec celle de ces gros corps globuloïdes ou irréguliers, homogènes, souvent jaunâtres (pl. 7, fig. 1, 2, 3, 4, 20, 21, 22, en *n*), et chez lesquels il n'existe pas de membrane, corps que l'on observe au début de beaucoup de cellules, et que l'on appelle aussi *nucléus*. Bien que je reconnaisse que les vésicules nucléaires ont très souvent pour origine cette substance centrale jaunâtre, je crois cependant qu'il faut bien l'en distinguer, parce qu'à l'état de vésicule elle constitue un organe tout à fait différent. Quand cette matière centrale n'a pas pris encore la forme vésiculaire, elle ne peut être considérée comme identique avec ces petits

corps globuleux ou lenticulaires que je représente planche 1, figure 8, 19, *n*, et qui sont déjà les rudiments des vésicules. Ces gros corps de forme souvent un peu irrégulière, contenus dans les cellules des tissus en voie de multiplication par le mode de reproduction le plus ordinairement décrit, ne sont qu'une partie du protoplasma imparfait en état d'élaboration, et qui passe à la circonférence de la cavité cellulaire, à mesure qu'il devient propre à la formation des éléments qui doivent constituer les premières membranes des cellules nouvelles; c'est parce qu'il est encore inapte à prendre part aux phénomènes qui s'accomplissent à la périphérie, qu'il est placé au centre de la cellule. La membrane, dont on le retrouve revêtu plus tard, n'apparaît que lorsque cette élaboration protoplasmique spéciale cesse, et très souvent après que la jeune cellule a commencé à s'étendre. Si, dans les utricules mères du pollen, la vésicule nucléaire naît souvent plus tôt qu'ailleurs, c'est selon toute probabilité que la sécrétion, dont cette vésicule est le siége, est nécessaire dans ces utricules spéciales à une époque plus précoce que dans les cellules ordinaires. Je ferai remarquer que ce noyau dépourvu de membrane, présentant l'aspect que je viens de décrire, se rencontre surtout dans les tissus de l'extrémité des jeunes tiges ou des jeunes racines, et presque partout où la multiplication des cellules est très considérable et très prompte. Là où, par conséquent, le protoplasma qui fournit la matière propre à la production des membranes cellulaires subit le plus vite des changements dans sa composition. On a dû remarquer qu'à l'époque de cette grande multiplication utriculaire, la substance centrale et le protoplasma périphérique ne sont pas nettement délimités. C'est à cause du prompt épuisement du protoplasma élaboré que, dans ces circonstances, la matière d'apparence nucléaire remplit presque complétement les jeunes cellules. Le protoplasma périphérique n'a pas le temps de se reproduire en grande quantité. Il paraît d'ailleurs très rationnel que ce soit au centre que se forme ce qui se consomme à la circonférence.

Quand la multiplication utriculaire est plus lente, ou quand le protoplasma se reproduit avec plus de rapidité, la différence entre le protoplasma périphérique et celui du centre est moins grande.

C'est pour cela probablement que, dans beaucoup de cellules, on ne trouve pas de noyau protoplasmique. Ce qui se passe ensuite dans ces dernières cellules prouve que la vésicule nucléaire est de nature toute différente de celle du noyau protoplasmique dont il vient d'être question ; en effet, quand le protoplasma est homogène dans les jeunes cellules (par homogène, je veux dire quand il n'y a pas ces deux substances centrale et périphérique si différentes en apparence), ce protoplasma se répartit plus ou moins également à la circonférence de la cellule, quand elle commence à s'étendre. Si le protoplasma n'est pas également distribué autour de la cellule, s'il est accumulé en plus grande quantité sur un point, ce protoplasma peut se revêtir d'une membrane en prenant peu à peu la forme globuleuse (pl. 1, fig. 6, *b*, *c*, *d*, *n*) ; il devient dans ce cas une vésicule nucléaire ; ou bien si le petit amas tout entier ne se change pas en nucléus, il produit quelquefois dans son intérieur un corps globuleux ou lenticulaire, qui devient aussi une vésicule comme la précédente : mais le plus souvent, quand la vésicule nucléaire est ainsi enveloppée par le protoplasma périphérique, c'est qu'elle tire son origine du noyau de protoplasma central, qui se couvre alors d'une membrane.

Après les faits que je viens de signaler comme m'ayant suggéré l'idée de cette manière de considérer le noyau cellulaire central non revêtu de membrane, j'en citerai un qui me paraît très apte à servir de démonstration. Je veux parler de ce qui se passe pendant la formation du pollen du *Tradescantia virginica*.

Quand on fait une coupe transversale d'une très jeune anthère ou même de la tige, on trouve surtout dans les cellules de l'épiderme de celle-ci ou du parenchyme périphérique de l'anthère, si les cellules sont jeunes encore, qu'elles sont complétement remplies de deux matières nettement séparées : l'une, centrale, forme un gros corps globuleux, d'abord homogène, granuleux dans un âge un peu plus avancé ; l'autre, périphérique, est plus longtemps homogène que celle du centre. Quand la cellule vient à grandir, la matière périphérique reste adhérente à la paroi cellulaire sous la forme d'une couche irrégulière, et entraîne avec elle le corps central qui est le nucléus de Robert Brown. On le trouve souvent

muni d'une membrane; mais si l'on examine des tiges ou des anthères plus jeunes, des tiges au moment de leur plus grand accroissement, par exemple, on le voit tout à fait dépourvu de membrane et se confondre avec le protoplasma périphérique. Un tel état de choses existe dans les utricules mères du pollen. Là ce noyau ne m'est point apparu entouré d'une membrane; il ressemble à une masse globuloïde d'une matière jaunâtre, d'abord homogène, qui devient granuleuse en avançant en âge (pl. 11, fig. 50, *n*). Un peu avant le moment où l'utricule mère du pollen va se partager en deux pour la première fois, il se divise en petites masses le plus souvent elliptiques ou globuloïdes, au nombre d'une douzaine ou plus environ (pl. 11, fig. 51, *n*). Ces petites masses occupent d'abord le centre de la cellule comme le noyau unique primitif. Cependant le protoplasma homogène est devenu lui-même finement granuleux. A cette époque, un déplacement très remarquable s'opère dans le contenu de la cellule. Les petites masses centrales résultant de la division du noyau se séparent en deux groupes qui se portent chacun sur un point opposé de l'utricule (pl. 11, fig. 52, *n*, *n*), de manière que le protoplasma, qui était uniformément réparti tout autour de la cellule, se trouve alors occuper en plus grande partie le centre de la cellule, c'est-à-dire qu'il est interposé entre les deux groupes de la substance nucléaire, ainsi que l'indiquent les figures 52, 54, *p*, planche 11. Peu après le partage de ces petites masses en deux groupes, celles qui appartiennent à un même groupe se réunissent en plusieurs masses plus grosses, qui elles-mêmes finissent par se fondre en une seule (pl. 11, fig. 54, 55, 56, *n*). On a donc alors dans chaque moitié de l'utricule pollinique un gros noyau jaunâtre, souvent irrégulier, comme l'indiquent ces figures. Ces deux noyaux sont séparés l'un de l'autre par le protoplasma incolore et finement granuleux. Ces diverses modifications suffisent déjà pour indiquer le but de ces changements successifs; mais bientôt ce but se fait reconnaître d'une manière indubitable, quand on voit le protoplasma médian se diviser en deux parties, suivant le diamètre de la cellule (pl. 11, fig. 55, 56, *p*, *p*). Le contenu de cette cellule est en ce moment partagé en deux moitiés, entre lesquelles naît une membrane qui

paraît souvent simple dans le principe, mais que l'on voit aussi parfois double (pl. 11, fig. 57, *c*). L'accumulation du protoplasma parfait suivant le diamètre de la cellule, le protoplasma imparfait refoulé au contraire loin de ce plan, avaient donc pour objet la formation de cette cloison membraneuse, la division de la cellule.

Cette cloison est intimement unie à la paroi de la cellule mère. Un peu plus tard, quand elle est simple, on la voit se doubler de chaque côté par une membrane qui est aussi en connexion intime avec cette cellule mère (pl. 11, fig. 58 et 59, *c*), comme si elle la doublait en s'incorporant à elle, en se fondant avec elle sur le pourtour intérieur correspondant à chaque moitié. On a donc à cette époque deux cellules secondaires, ayant chacune un gros noyau globuloïde ou elliptique, un peu déprimé d'un côté, à surface régulière ou irrégulière, et un protoplasma granuleux.

Pour que la cellule se divise de nouveau, il faut que le noyau qui occupe la partie moyenne, et souvent la plus grande partie de la cavité, se partage aussi. Il se divise (pl. 11, fig. 58, *n*, *n*) non pas parce qu'il régit la formation des cellules nouvelles, ainsi que le pensent la plupart des anatomistes, mais parce que tout le contenu de la cellule mère doit nécessairement être réparti entre les deux utricules nouvelles. Le noyau se divise donc de nouveau, mais alors seulement en deux parties, de même que cela a lieu, du reste, quelquefois dans les cellules mères (pl. 11, fig. 53, *n*, *n*), c'est-à-dire qu'il ne se réduit pas préalablement en petites masses ovoïdes ou elliptiques, comme nous l'avons vu plus haut. Le protoplasma, qui sépare les deux nouveaux noyaux après leur formation, produit une cloison perpendiculaire à la première, et l'on a quatre cellules filles dans l'intérieur de la cellule mère. La membrane de cette utricule mère, qui paraissait simple au moment de la formation de ces cloisons et unie avec elles, semble se dédoubler par l'isolement des utricules filles, dont les parois constituaient les cloisons et doublaient l'utricule mère (pl. 11, fig. 60). Celle-ci devenant inutile est résorbée, et les quatre utricules filles ou grains de pollen se trouvent libres.

Les phénomènes que je viens de décrire ont été aperçus en partie

par M. W. Hofmeister, qui a remarqué les petites masses secondaires de la substance nucléaire; mais cet anatomiste considère la formation de ces petites masses, que M. Nägeli, d'un autre côté, appelle des nucléoles, comme des accidents résultant de l'introduction de l'eau, qui précipiterait la matière albumineuse en la coagulant. Il n'y a évidemment là rien qui ressemble à une coagulation, ni à un précipité. Les masses partielles sont très nettes, et leur substance présente absolument le même aspect que celui du noyau primitif et des noyaux qui en naissent plus tard. D'ailleurs, la distribution de tout le contenu de la cellule, c'est-à-dire des matières d'aspect différent que celle-ci renferme, est si bien en harmonie avec les phénomènes qui doivent présider à la division des cellules en général, qu'il est impossible de les considérer comme des accidents. Si M. Hofmeister s'est arrêté à cette conclusion, c'est évidemment parce qu'il n'a pas saisi tous ces rapports, et parce qu'il avait là sous les yeux des phénomènes en apparence exceptionnels. Il paraît donc bien certain d'après cela que le nucléus ne régit point la formation des cellules, que ce n'est point lui qui attire le protoplasma, comme l'ont pensé MM. Schleiden et Nägeli. Si les anatomistes ont attribué une si grande importance au nucléus, c'est qu'ils ont cru pour la plupart à son existence constante dans les cellules. De cette constance, ils ont donc déduit son importance. Aucun n'a donné une raison plus sérieuse; je veux dire qu'aucun n'a cherché à expliquer cette importance.

En résumé, le noyau primitif n'est, suivant moi, qu'une partie du protoplasma en voie d'élaboration ; il ne concourt à la formation des cellules nouvelles qu'indirectement, en fournissant au protoplasma proprement dit les éléments qui lui manquent, à mesure qu'il les perd dans la génération des cellules. Ce noyau protoplasmique primitif ne donne point naissance à la membrane cellulaire, comme l'a cru d'abord M. Schleiden, et comme le croit encore M. Hartig. Mais quand les jeunes cellules qui renferment un tel noyau viennent à grandir, leur protoplasma, ai-je dit déjà, se répartit à leur pourtour interne, en une couche très inégale ordinairement. Si le noyau dont je viens de parler existe, il est entraîné par ce protoplasma, et fixé par lui à la paroi utriculaire

où il acquiert de nouveaux caractères, et se prépare ainsi à remplir des fonctions nouvelles après être devenu vésiculaire.

Ainsi le nucléus pariétal, que l'on observe dans les cellules, peut avoir deux origines différentes : ou il naît du noyau protoplasmique central primitif; ou, quand celui-ci n'existe pas, il peut résulter d'un amas de protoplasma proprement dit qui se revêt d'une membrane en s'arrondissant peu à peu (pl. 1, fig. 6, *b*, *c*, *d*, *n*); ou bien encore d'une petite masse ou globule née dans l'intérieur de cet amas de protoplasma, de même qu'il en naît d'épars dans certaines cellules, ainsi que je le décrirai plus tard.

Quand le nucléus se développe dans la couche périphérique, il est souvent très déprimé dans le principe (pl. 1, fig. 8, *n*; pl. 8, fig. 37, *n*); mais de lenticulaire, il devient bientôt hémisphérique, et peu à peu se rapproche de la forme globuleuse (pl. 1, fig. 9, *n*; pl. 8, fig. 38, *n*). Pendant ce développement sa substance a changé d'aspect; une membrane s'est dessinée à sa surface, et des granules sont apparus dans son intérieur. Cette membrane semble n'être qu'une portion de sa substance homogène primitive qui serait restée solide, tandis que le reste de sa substance serait devenu liquide et granuleux.

Le nucléole est très souvent apparent déjà quand le reste de la substance du nucléus est encore homogène. Il y a quelquefois deux nucléoles, d'autres fois plusieurs dans le même nucléus, et ces nucléoles montrent déjà assez souvent de très bonne heure leurs nucléolules. Dans ce cas, quand il y a deux nucléoles dans le même nucléus, il peut arriver que l'un d'eux offre un seul nucléolule, tandis que l'autre en a deux (pl. 1, fig. 37, *n'*, *n'*). De tels nucléoles sont assez fréquents dans les cellules des jeunes cotylédons du ***Pisum sativum***. Dans cette plante, quand le nucléole offre deux nucléolules, ceux-ci se présentent comme deux petites cavités dans la substance homogène et peu abondante, au reste, du nucléole (pl. 1, fig. 21, 22, *n*, 31, *n''*, 37, *n'*). Mais quand le nucléole, suivant l'agrandissement du nucléus, qui est souvent considérable, comme nous le verrons bientôt, vient à s'étendre, quand, d'elliptique qu'il est d'abord (pl. 1, fig. 21, etc.), il arrive à former une vésicule globuleuse, ses deux nucléolules, dont on

n'apercevait pas d'abord les parois propres, se montrent alors comme deux petites vésicules nageant librement dans la vésicule mère (pl. 1, fig. 30, 37, *n'*). Quand une cellule renferme deux nucléus, et que ces nucléus ont chacun deux nucléoles, l'un de ceux-ci peut avoir deux nucléolules et l'autre un seul. Alors ces quatre nucléoles sont disposés symétriquement dans les nucléus, de manière que le nucléolule double de l'un est opposé au nucléolule double de l'autre, tandis que les nucléoles simples sont plus éloignés l'un de l'autre, comme l'indique la figure 37, planche 1.

Dans certains végétaux, plusieurs nucléoles naissent isolés et successivement dans le même nucléus, ou plusieurs nucléus naissent les uns après les autres dans la même cellule. Les cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum* (pl. 1, fig. 16, 17, 18) et celles du *Zea Mays* (fig. 19, *E*, *F*, *G*, etc.) en offrent de beaux exemples. Je reviendrai plus tard sur ce sujet en parlant de la multiplication des utricules par la vésicule nucléaire.

Examinons d'abord les propriétés de celle-ci; elles nous feront voir en elle déjà un analogue, une miniature de la cellule. Je dis une miniature, parce qu'étant toujours renfermée dans la cellule, la vésicule nucléaire est toujours beaucoup plus petite qu'elle dans une plante donnée, ou seulement dans une partie déterminée du végétal; car, de même que la dimension de la cellule varie beaucoup dans les diverses parties d'une plante ou dans les différentes plantes, de même aussi le volume de la vésicule nucléaire peut varier beaucoup dans différents organes ou dans des végétaux divers. Cette vésicule est assez petite dans les figures 6 *n*, 9 *n*, 10 *n*, planche 1, où elle n'a guère que 0,007 à 0,008 de millimètre, et il y en a de beaucoup plus petites; elle est un peu plus grande dans les cellules de l'embryon du *Pisum sativum*, où elle a environ 0,01 à 0,0175 ordinairement, mais elle peut avoir beaucoup plus après son développement ultérieur (pl. 1, fig. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27); elle est plus volumineuse encore dans l'albumen de l'*Arum italicum* (pl. 8, fig. 25, 28, 32, 35, *n*); enfin dans celui du *Tradescantia virginica*, elle acquiert une dimension plus considérable encore (pl. 8, fig. 40). J'en ai mesuré dans l'*Arum italicum* qui n'avaient pas moins de 0,03 de millimètre, la dimen-

sion d'une assez grande cellule, et pourtant il en existe de plus volumineuses encore dans certaines espèces d'*Allium*.

Son contenu, de même que celui de la cellule, varie beaucoup aussi par sa nature; tantôt il paraît, au moins à une certaine période de son existence, ne contenir, outre le nucléole, qu'un liquide absolument homogène et limpide, en apparence de peu de densité. Telle est la vésicule nucléaire de l'albumen du *Phytolacca esculenta*, au moins à une certaine époque de sa vie (pl. 7, fig. 27, 29, 33, *n*). D'autres fois ce contenu ressemble au protoplasma proprement dit des cellules ordinaires : il est un peu opalin, plus ou moins finement granuleux; il jaunit de même sous l'influence de l'iode. Quand il est granuleux, ses grains peuvent être d'inégale grosseur, ou bien ils sont tous égaux, et semblent même exister presque seuls dans la cavité de la vésicule. On peut les trouver à ce dernier état dans les cellules parenchymateuses du péricarpe du *Tradescantia subaspera*. Alors tous jaunissent le plus souvent par l'iode; cependant j'ai trouvé des nucléus, dont tous les grains prenaient une belle teinte indigo sous l'influence de ce réactif. J'ai observé la même chose et plus régulièrement dans les cellules de l'albumen de l'*Emex spinosus*. Ailleurs les globules, ou au moins certains globules, ont l'aspect de gouttelettes oléagineuses. On remarque aussi dans certains nucléus d'autres gouttelettes très fluides, moins denses que le reste du contenu, et qui, vues de côté, quand elles sont à la périphérie de la vésicule, simulent des échancrures si la membrane enveloppante est très mince. C'est là ce que j'ai représenté planche 8, figure 32 en *ee*. J'ai vu souvent dans les nucléus de l'*Arum italicum* ces gouttelettes se déplacer, et changer de forme sous mes yeux. Ce ne sont donc pas des nucléoles comme on aurait pu le croire.

Le contenu des vésicules nucléaires est aussi diversement coloré; il est fréquemment jaune, jaune verdâtre ou vert dans la jeunesse, dans les feuilles du *Magnolia grandiflora*, dans les très jeunes fruits du *Physalis Alkekengi*, etc.

Dans les cellules de la baie du *Solanum nigrum*, j'ai trouvé des vésicules nucléaires d'un bleu foncé (pl. 4, fig. 23, *n*); dans les cellules du périgone, chez les *Tradescantia*, ou du fruit du *Sola-*

num guineense, ou bien encore du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis*, le nucléus vésiculaire est souvent coloré en rose; un peu plus tard il passe au violet, et enfin il devient bleu intense. On observe souvent cette coloration du nucléus dans des cellules qui sont entièrement incolores. Ce qui prouve que c'est à ses propres sécrétions que le nucléus doit ces couleurs variées. Il sécrète donc de la chlorophylle, d'autres matières colorantes, de l'amidon, des liquides d'aspect oléagineux, etc.

Cette propriété qu'il possède de produire de l'amidon dans son intérieur fut annoncée par M. Karl Müller en 1845, qui l'observa dans le *Chara crinita*, et qui édifia sur ce fait une théorie de la formation de l'amidon, dont j'indiquerai plus loin l'inexactitude comme principe général. Je me bornerai à dire ici que M. Müller résume son observation en disant que « les cytoblastes sont ce qui se transforme en amidon. » M. Quekett, reprenant en 1846 les observations de M. Müller, admet qu'il y a deux modes de formation de l'amidon en connexion avec le nucléus : dans l'un, l'amidon se forme autour du nucléus; dans l'autre, il est produit à l'intérieur de la vésicule nucléaire.

Cette vésicule nucléaire, vivant dans la cellule, doit donc prendre à celle-ci les substances nutritives qui lui sont nécessaires; elle les élabore et les transforme en ces diverses substances. Mais si le nucléus emprunte à la cellule les éléments de sa nutrition, propres à son accroissement, à ses productions particulières, il lui rend aussi quelque chose; car évidemment le nucléus excrète, rejette dans les cellules certains matériaux, que celle-ci utilise à son tour dans la formation de la chlorophylle, de l'amidon, et probablement aussi de plusieurs autres principes.

On remarque souvent autour du nucléus un nuage de corpuscules qui donne l'idée d'une telle excrétion, et que M. Nägeli toutefois a interprété autrement ; car il dit, à la page 41 de son *Zeitschrift* de 1847 , que beaucoup de faits viennent appuyer l'*idée de la force attractive que le nucléus exerce sur le contenu de la cellule;* et l'indice sur lequel il s'appuie, c'est que, « dans presque toutes les cellules où existe un nucléus, une partie du contenu de la cellule mère s'amasse à sa surface. » M. Quekett paraît

avoir mieux compris ce phénomène, et après lui M. A. Gris, qui malheureusement en a exagéré les conséquences, en admettant que toute la chlorophylle, quelle que soit sa position dans la cellule, est un produit du nucléus. Je signalerai, en parlant de la chlorophylle, ce qu'il y a d'erroné dans cette assertion.

Bien que la faculté excrétante soit très évidente pour moi, et j'indiquerai tout à l'heure son mécanisme, je dois désigner cependant une cause de méprise contre laquelle il faut se prémunir. C'est que, dans beaucoup de cas, la chlorophylle et l'amidon qui sont autour du nucléus naissent du protoplasma qui entoure fréquemment celui-ci dans la jeunesse. Alors le nucléus paraît seulement concourir à leur nutrition.

Je citerai une plante chez laquelle j'ai vu, avec la plus grande précision, les matières excrétées passant à travers la vésicule nucléaire. Cette plante est le *Vanilla planifolia*. Les cellules de l'albumen de ce végétal renferment fréquemment deux nucléus, qui d'ordinaire sont inégalement développés. L'un est déjà quelquefois très avancé, quand l'autre est encore très petit (pl. 6, fig. 43, *a*, *b*, *c*, *d*); celui-ci peut ne former encore qu'un globule homogène, quand l'autre est déjà une vésicule relativement très volumineuse, entourée de corpuscules qu'il a rejetés dans la cavité cellulaire. Ce nucléus peut se détacher de très bonne heure de la paroi de la cellule, ou y adhérer plus longtemps; on le trouve quelquefois encore fixé au côté de la cellule, quand il a déjà la forme vésiculaire nettement accusée, et que sa fonction d'organe excréteur a commencé. La figure 43, en *e*, en représente un à cet état, qui est fixé à la paroi utriculaire par un pédicule court et épais; c'est là un cas assez fréquent. Enfin le nucléus se détache tout à fait, et nage librement dans la cellule. Très souvent aussi il reste adhérent à la paroi, comme le montrent les figures 44 et 45 de la planche 6, pendant la production des grains de chlorophylle ou d'amidon.

Voici ce que l'on observe dans ce nucléus du *Vanilla planifolia* : Quand il commence à devenir vésiculeux, on remarque autour de lui un grand nombre de corpuscules très ténus qui semblent en être émanés (pl. 6, fig. 43, *e*). On est convaincu qu'ils

en sortent en examinant des nucléus de divers âges; car, à la surface interne de quelques-uns, la membrane est revêtue de petits hémisphères (pl. 6, fig. 43, *d*) qui, chez d'autres nucléus, sont remplacés par des sphérules (fig. 43, *b*). Un examen attentif fait découvrir que ces sphérules font saillie à l'intérieur et à l'extérieur de la vésicule nucléaire. Comme elles sont transparentes, on s'aperçoit qu'elles sont traversées par la membrane de cette vésicule, en sorte qu'elles ressemblent à des gouttelettes qui filtrent à travers cette pellicule. Un peu plus tard, il y a des espaces libres sur la membrane (fig. 43, *b*), et au dehors, auprès de ces espaces, sont des gouttelettes ou globules qui les ont abandonnés, et qui se dispersent dans la cavité cellulaire. Cette excrétion ne peut donc être révoquée en doute après cette observation. Sur d'autres nucléus, ordinairement adhérents à la paroi cellulaire, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, des globules qui couvrent le nucléus se colorent en vert dans les cellules voisines de la périphérie de la tige, tandis qu'ils restent incolores dans les utricules plus rapprochées du centre. Ces grains, d'abord simples, deviennent composés, et c'est alors seulement qu'ils s'éloignent du nucléus. Les grains verts et les grains blancs se colorent en bleu sous l'influence de l'iode.

Je citerai encore un exemple qui montre un type différent du précédent; il m'a été offert par un très jeune fruit du *Physalis Alkekengi*, observé seulement quelques jours après la fécondation. Dans les cellules du placenta et dans celles du péricarpe, il y avait des nucléus à divers degrés de développement : les uns étaient encore hémisphériques, ou ovoïdes, ou globuleux, mais incolores; d'autres, qui ne paraissaient pas plus avancés dans leur accroissement, étaient légèrement jaunes ou même d'un beau vert (pl. 6, fig. 48); leur surface était parfaitement lisse. D'autres étaient un peu déformés, un peu bosselés; d'autres encore présentaient à leur surface quelques petits granules verts qui étaient à leur contact. Quelques-uns de ces granules m'ont donné la couleur bleue dès cette époque, par l'action de l'iode (pl. 6, fig. 71, *a*); ils étaient donc amylacés. Chez quelques nucléus, ces granules faisaient une rangée complète tout autour. Chez de plus avancés,

les premiers granules s'étaient éloignés du nucléus, et étaient remplacés à son contact par d'autres granulations; ailleurs une assez large auréole de ces grains verts entourait le nucléus (pl. 6, fig. 49); enfin le nucléus entier semblait s'étendre, et répandait dans diverses directions des ramifications d'un mucilage vert granuleux.

J'ai déjà dit que de l'iode appliqué sur ces nucléus bleuissait quelquefois ces granulations enveloppées de chlorophylle; j'ajouterai que dans plusieurs cas, quand les granules n'avaient pas bleui par la solution iodée seule, l'addition d'un peu d'acide sulfurique avait fait apparaître la couleur bleue. Toutefois cette réaction n'est pas constante, parce que l'acide sulfurique colore souvent en brun ces jeunes parties si délicates, avant d'avoir déterminé la couleur bleue.

Dans la plupart des cas où j'ai observé cette excrétion du nucléus, l'amidon ne se forme dans les gouttelettes excrétées qu'après leur sortie du nucléus; dans les nucléus du *Physalis* que je viens de signaler, je suis porté à croire que l'amidon passe au dehors tout développé en même temps que la matière verte, ou bien le liquide rejeté au dehors prend la nature amylacée très promptement, ainsi que paraît le démontrer le fait représenté par la figure 71 de la planche 6.

Dans les plantes, ou plutôt dans les cellules où l'amidon commence à se développer dans le protoplasma qui entoure le nucléus, les produits de l'excrétion de ce nucléus, s'ils ne concourent pas directement à la formation de ces grains amylacés, ou même de grains de chlorophylle, semblent au moins contribuer à leur nutrition. C'est ce qui paraît avoir lieu, par exemple, dans les cellules de l'albumen des *Arum italicum*, *vulgare*, etc. Là, les grains d'amidon commencent évidemment dans le protoplasma qui environne le nucléus. Ce protoplasma, qui est fréquemment en quantité assez notable dans cette partie de la cellule, est si rare sur les autres points qu'il semble réduit à l'utricule protoplasmique (utricule primordiale).

La figure 24, planche 8, représente une jeune cellule de l'albumen de l'*Arum italicum*, tout autour de laquelle est une couche assez forte de protoplasma. Dans la figure 25 en *A*, *p*, la couche

protoplasmique, moins compacte, semble se délayer dans le contenu de la cellule. Ce protoplasma est devenu plus granuleux: Autour du nucléus, les granules se multiplient beaucoup. Après leur naissance, le protoplasma dans lequel ils sont plongés se renfle sur plusieurs points (pl. 8, fig. 26, *a*; 27, *a*; 31, *a*; 34). Ces renflements grandissent peu à peu, et finissent par constituer des grains (pl. 8, fig. 2 et 3) assez semblables à ceux qui entourent le nucléus du *Tradescantia subaspera* (pl. 8, fig. 39). Ces sortes de grains composés, qui sont représentés à leur complet développement par les figures 29, 30 et 31 de la planche 8, doivent plutôt être nommés *agrégés*, parce qu'ils sont en réalité formés de la réunion de petits globules nés, en grand nombre, dans un de ces amas protoplasmique sécrétés autour du nucléus, et parce qu'ils diffèrent essentiellement de grains composés d'une origine différente, dont je parlerai en traitant de l'amidon.

Le grand développement que prend cet amidon, qui a pour point de départ une petite quantité de protoplasma, me paraît tirer sa nourriture en partie du liquide de la cellule, et aussi et peut-être principalement du nucléus qui est au milieu de ce groupe de grains amylacés. Pour concourir plus efficacement sans doute à cette nutrition, le nucléus grandit à mesure que s'accroît la masse qui l'entoure, comme les organes qui prennent plus de vigueur et de volume en fonctionnant davantage. Cette opinion acquiert d'autant plus de probabilité, que la faculté excrétante du nucléus est bien constatée dans le *Vanilla planifolia*, et que l'on observe chez une multitude de plantes des phénomènes analogues, qui la font supposer quand elle n'a pas été démontrée. De tels exemples pourraient être multipliés; mais ils n'ajouteraient rien à l'évidence du phénomène. J'aurai, du reste, l'occasion d'en reparler plus tard.

Il me reste maintenant à examiner si le nucléus vésiculaire qui, comme on en peut juger par ce que je viens de dire, possède les principales propriétés de la cellule, peut devenir, dans certaines circonstances, une cellule véritable, revêtue d'une membrane de cellulose. Évidemment, quand la vésicule nucléaire est isolée dans la cellule, elle ne peut accomplir la multiplication utriculaire;

car alors si elle se développait en cellule, et que la cellule mère fût résorbée, le nombre des utricules ne serait pas accru ; celles-ci ne seraient que renouvelées. Pour qu'il y ait multiplication par les nucléus, il faut nécessairement qu'il y en ait au moins deux dans chaque cellule ; mais toutes les fois que l'on trouve deux ou même trois nucléus dans chaque utricule, il n'y a pas pour cela multiplication utriculaire, attendu que ces deux vésicules nucléaires se sont souvent formées au moment même où la multiplication des cellules a cessé. Ils sont originaires de ces noyaux protoplasmiques qui existent dans beaucoup de jeunes cellules, dans lesquelles a lieu la multiplication par division, et qui se partagent en autant de noyaux que d'utricules nouvelles doivent naître de la cellule mère ; mais ces noyaux ne forment pas eux-mêmes le plus communément les cellules dans le mode de reproduction par division. Soit qu'ils ne paraissent être qu'un protoplasma imparfait, ainsi que je l'ai dit, soit qu'ils aient déjà la constitution vésiculaire, comme cela se voit souvent dans la formation du pollen, ces noyaux ou ces vésicules sont enveloppés par le protoplasma parfait qui se répartit autour d'eux, dans la cellule mère, de la manière la plus favorable à la sécrétion des membranes des cellules filles, car c'est ce protoplasma qui alors produit ces membranes. Les nucléus ne peuvent y concourir indirectement que par les éléments qu'ils élaborent ; mais, au moment où la multiplication utriculaire cesse, si chaque utricule renferme deux noyaux protoplasmiques, ceux-ci continuent de végéter pendant l'accroissement de l'utricule ; ils se revêtent d'une pellicule comme tout protoplasma peut le faire ; il y a donc dans ce cas deux vésicules nucléaires dans la cellule. Il n'y en aura qu'une s'il n'y avait encore qu'un noyau protoplasmique dans la jeune utricule, c'est-à-dire si la multiplication utriculaire cesse au moment où les cellules filles viennent de se constituer, de s'individualiser ; en d'autres termes, avant qu'elles se soient préparées elles-mêmes à en produire de nouvelles.

J'ai dit plus haut que de nouveaux nucléus pouvaient naître dans le contenu même de la cellule en voie d'accroissement. Quand la végétation est très active, il peut ainsi s'en développer plusieurs

dans chaque jeune utricule. J'en ai compté trois, quatre et cinq, dans les cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum* (pl. 1, fig. 14, 16, 17, 18), et jusqu'à huit dans celles de l'albumen du *Zea Mays*, comme le montre la figure 19 en *F* de la planche 1. C'est dans ces circonstances que la vésicule nucléaire concourt à la multiplication utriculaire, en devenant elle-même une cellule par la sécrétion de membranes de cellulose après la résorption de la cellule mère qui la renferme.

Quand ce nucléus vésiculaire est contenu dans la cellule mère, il se comporte, nous l'avons vu, comme une petite cellule; il a la plupart des propriétés de celle-ci; comme la cellule, il sécrète et excrète divers produits. La membrane de la cellule mère étant résorbée, il continue sa végétation, et constitue dès ce moment une cellule véritable. Ce caractère n'est même pas suffisant pour les distinguer des cellules proprement dites, parce que ces dernières sont aussi renfermées dans la cellule mère à leur origine, et elles n'ont pas plus que la vésicule nucléaire de membrane de cellulose dans le principe. Ces faits, et beaucoup d'autres qui vont suivre, prouvent combien peu d'importance il faut attacher à nos définitions.

J'ai étudié ce développement des vésicules nucléaires en cellules dans les albumens de plusieurs plantes; mais toutes ces dernières ne le montrent pas avec la même facilité. Je décrirai ici deux exemples des plus remarquables, qui m'ont été fournis par les deux plantes que je viens de citer, le *Sparganium ramosum* et le *Zea Mays*. Toutefois ce mode de multiplication se présente sur une beaucoup plus grande échelle dans le *Sparganium*, et quelques autres plantes, que dans le Maïs; aussi est-ce par la première de ces plantes que je commencerai. C'est surtout pendant le mois d'août que la multiplication paraît être dans sa plus grande activité.

La génération des cellules par les nucléus me fit voir dans l'albumen du *Sparganium ramosum* une très belle multiplication utriculaire en apparence intercellulaire. Sous une couche de cellules déformées limitant l'albumen au centre, ou entre les autres cellules voisines de la partie centrale, ou aussi dans l'espace encore libre au milieu de l'albumen, quand celui-ci est déjà très avancé,

j'ai trouvé, ce que l'on peut voir du reste de bonne heure dans le sac embryonnaire, un liquide tenant de très petits granules en suspension, et parmi ces granules de très petites cellules munies d'un nucléus (pl. 1, fig. 11 et 12), qui lui-même avait souvent un nucléole; elles étaient quelquefois si petites (fig. 11, *a*, *a*), qu'elles ressemblaient aux nucléus des cellules les plus développées. Dans d'autres préparations, les jeunes cellules étaient beaucoup plus nombreuses et de dimensions beaucoup plus variées (pl. 1, fig. 12); quelques-unes contenaient deux nucléus dans leur intérieur (fig. 12, *n*, *n'*). Les plus jeunes de ces cellules avaient aussi l'apparence du nucléus des plus grandes d'entre elles. Près de ces jeunes cellules, au milieu du même liquide granuleux, je trouvai une série de cinq petites cellules semblables aux précédentes (pl. 1, fig. 13, *a*, *b*, *c*), et à côté d'elles en *m* une membrane utriculaire représentant la moitié d'une cellule allongée qui les avait renfermées; l'autre moitié de la cellule avait été résorbée. Il devint évident par là que toutes ces utricules étaient nées de cellules plus grandes, dont elles n'avaient d'abord été que les nucléus. Cette opinion fut confirmée par d'autres observations qui me montrèrent une, deux, trois, quatre et même cinq petites cellules d'inégale grandeur (les plus jeunes, c'est-à-dire les plus petites ressemblant aux nucléus des plus âgées ou des plus grandes) renfermées dans la même utricule (pl. 1, fig. 14, 15, 16, 17, 18). La figure 15 représente une cellule globuloïde *m*, qui contient une jeune cellule déjà assez grande *a*, qui est munie d'un nucléus encore homogène *n*, et de deux vacuoles *v*, *v*, produites au milieu du protoplasma par l'extension de cette jeune cellule, laquelle n'était assurément dans le principe que le nucléus de la cellule *m*. La figure 16 représente une cellule *m*, qui ne renferme non plus qu'une jeune cellule *a*; mais celle-ci contient trois petites cellules *b*, *c*, *d*, dont la plus jeune *d* ressemble aux nucléus de ses deux sœurs aînées *b*, *c*. La figure 14 montre une cellule allongée *m*, qui renferme trois autres cellules semblables aux précédentes, mais si petites, qu'on ne les considérerait que comme des nucléus, si l'on n'avait qu'un tel fait. La plus petite de ces trois cellules ou nucléus *a*, *b*, *c* ressemble aussi au nucléus ou nucléole

de la plus grande *c*. La membrane de la cellule mère *m* était un peu ondulée, comme l'était la membrane *m* de la figure 13. La figure 17 donne l'image d'une cellule *m* renfermant aussi trois jeunes cellules, mais plus développées que les cellules filles ou secondaires de la figure précédente. Enfin la figure 18 indique des degrés de développement bien plus divers encore ; elle représente une cellule *m*, dont l'utricule protoplasmique *u* avait été éloignée un peu de la membrane de cellulose par le liquide du porte-objet introduit par endosmose. Cette utricule contient cinq vésicules nucléaires de dimensions différentes *a*, *b*, *c*, *c*, *d*, dont la première *a* est la plus remarquable, puisqu'elle-même en renferme quatre autres de différents âges.

L'observation de ces phénomènes démontre qu'une même cellule peut contenir plusieurs générations à la fois. Le nombre de trois générations est très fréquent; celui de quatre indiqué dans la figure 16 par *m*, *a*, *b*, *n*, et dans la figure 18, n'est pas très rare. J'ai même trouvé une fois cinq générations dans la même cellule.

Tels sont les phénomènes qui m'ont été offerts par l'albumen du *Sparganium ramosum* relativement à la multiplication des utricules par les vésicules nucléaires. Des faits analogues ont déjà été décrits par M. Hofmeister dans son travail sur la naissance de l'embryon des Phanérogames (*Die Entstehung des Embryo der Phanerogamen*. Leipzig, 1849); mais il en tira des déductions très différentes, parce que ses observations sont incomplètes. Voici comment il s'exprime à la page 10 de ce mémoire : « Chez un petit nombre de plantes seulement la naissance des nucléus et des cellules dans le sac embryonnaire se laisse voir avec autant de clarté que chez l'*Asphodelus albus*. Le grand nombre de ces formations, la transparence de leur contenu et leur inaltérabilité sous l'influence de l'air atmosphérique, s'unissent avec la grande quantité de liquide contenu dans le sac embryonnaire pour faciliter l'observation. Il suffit d'ouvrir par une coupe le sac embryonnaire d'un ovule dans lequel commence la formation de l'embryon, et de mettre sur une lame de verre un peu du contenu liquide coulant sur le couteau pour avoir devant soi une grande quantité des

états de développement les plus divers. Des nucléus libres des dimensions les plus différentes, parmi lesquels ceux qui ont un ou deux nucléoles sont les plus fréquents, et ceux qui n'en ont pas ou qui en ont trois ou même quatre sont les plus rares, se trouvent près de jeunes cellules globuleuses ayant un nucléus toujours *central* (ici également le contenu liquide de la cellule est troublé très fortement par des petits granules comme ceux du nucléus). » Voilà ce que dit M. Hofmeister. La description est très claire, très précise. Il trouve des jeunes cellules mêlées à des nucléus, et ces cellules ont un seul nucléus qui est *toujours central.* Il paraît attacher beaucoup d'importance à la position centrale du nucléus, attendu que, suivant lui, c'est autour de ce nucléus que se forme la cellule; mais ici, à la page 10, M. Hofmeister ne dit pas comment se sont formées ces cellules. Il a eu bien soin de noter cependant que là on ne rencontre pas les phénomènes qui constituent la production utriculaire dans la formation dite libre, car il ajoute : « J'ai cherché en vain pendant des semaines des phénomènes semblables à ceux que décrit M. Schleiden comme se présentant dans la formation du nucléus, c'est-à-dire l'amas grenu s'effectuant sous les yeux de l'observateur, la substance muqueuse autour d'une matière plus ferme comme un centre d'attraction attirant les granules. » Et pourtant l'opinion admise par M. Hofmeister diffère à peine de celle de M. Schleiden. En effet, nous avons vu précédemment qu'il dit à la page 62 que « tout nucléus commence par une goutte de liquide muqueux qui se revêt d'une membrane et ainsi s'individualise. » Et, à la page 61, il décrit dans les termes suivants la formation de la cellule alentour du nucléus. Voici ses expressions : « *Une partie du contenu de la cellule mère s'accumule autour de ce nucléus*, se revêt bientôt d'une membrane extrêmement mince, se contractant facilement, et composée, comme il paraît, de substance albumineuse, l'*utricule primordiale*, par laquelle est sécrétée la paroi de cellulose... » M. Hofmeister pense que les cellules se forment partout de cette manière, dans le sac embryonnaire aussi bien que dans les autres modes observés jusqu'ici; et cependant, à la page 10, il prétend avoir cherché en vain l'*amas grenu*, la substance muqueuse autour d'une sub-

stance plus ferme. Or, cette substance ferme de M. Schleiden est le nucléus, le *cytoblaste*. Puisque M. Hofmeister n'a pas observé cela, les cellules qu'il a vues dans l'albumen de l'*Asphodelus albus* ne se sont donc pas formées comme il le décrit à la page 61. C'est qu'en effet ces cellules ont été produites comme je l'ai dit en parlant du *Sparganium ramosum*. Ce sont les vésicules nucléaires, si bien décrites par M. Hofmeister, et qu'il trouve mêlées aux jeunes cellules qui ont engendré ces cellules par leur seule extension; la membrane de la vésicule nucléaire a constitué la membrane cellulaire. Voilà pourquoi M. Hofmeister n'a pas trouvé d'amas muqueux s'accumulant autour de ces nucléus, ni par conséquent la naissance de l'utricule primordiale à la surface de cet amas muqueux. C'est donc avec raison que j'ai dit que M. Hofmeister n'avait pas observé le mode de formation des cellules que je viens de décrire tel que je l'ai vu dans le *Sparganium ramosum*.

Cette plante m'avait donc prouvé qu'il existe un mode de multiplication utriculaire par les vésicules nucléaires tout à fait différent du mode de formation admis par MM. Schleiden, Nägeli, Hofmeister, Hugo Mohl, Unger, Schacht, etc. On ne viendra pas dire que ce dont je parle n'est pas un nucléus, puisque M. Hofmeister le décrit très minutieusement comme tel, et dit l'avoir observé dans bon nombre de plantes et toujours dans les mêmes circonstances. D'un autre côté, M. Schleiden et les anatomistes cités admettent dans le sac embryonnaire le mode de formation libre autour du nucléus. Comme M. Hofmeister, M. Unger a décrit des nucléus semblables dans son *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, 1855, et il comprend comme M. Hofmeister la formation des cellules autour de ces nucléus. D'un autre côté, ces vésicules nucléaires ont tout à fait le même aspect que les nucléus décrits et figurés par M. Schleiden dans la 2[e] et dans la 3[e] édition de ses *Grundzüge*, par M. Schacht dans son *Die Pflanzenzelle*, et par M. Mohl dans son *Vegetabilische Zelle*, fig. 54, etc. Mais, pourra-t-on dire encore, ils ne naissent pas dans les mêmes circonstances que le nucléus vésiculaire ordinaire, qui se forme peu de temps après la cellule ou même qui la précède assez souvent.

J'ai déjà exprimé mon opinion à cet égard. J'ajouterai seulement que la diversité que l'on observe dans l'époque de l'apparition de ces vésicules nucléaires vient appuyer mon opinion. Puisque la vésicule qui revêt le nucléus se montre tantôt déjà dans la cellule mère (beaucoup de cellules mères du pollen), tantôt seulement dans les cellules filles déjà agrandies, et puisque d'un autre côté le nucléus se forme très fréquemment aussi seulement après que la jeune cellule a commencé à s'étendre (et dans ce cas il se forme aux dépens du protoplasma accumulé sur un point de la surface interne de la cellule), il n'y a rien de surprenant à voir naître d'autres nucléus semblables à une époque un peu postérieure encore, de la même manière que des vésicules d'une autre nature s'y développent dans des circonstances analogues. J'ai observé la naissance de semblables nucléus sur les albumens de plusieurs autres végétaux, mais comme l'a très bien dit M. Hofmeister, le défaut de transparence gênant beaucoup les études, je préfère ne citer que les deux plantes chez lesquelles j'ai examiné le plus aisément ces intéressants phénomènes.

Je vais exposer maintenant ce que j'ai vu dans l'albumen du Maïs, qui m'a conduit aux mêmes conclusions. Mais, dans l'albumen du Maïs, la multiplication utriculaire par les nucléus n'est point la seule qui s'y accomplisse. Elle ne paraît pas même la plus fréquente. Ce sont d'autres vésicules, que je décrirai dans le courant de ce travail, au chapitre III, intitulé : *Des vésicules fausses vacuoles*, etc., qui donnent naissance au plus grand nombre des cellules de cet albumen. Toutefois, la multiplication par les nucléus se présente sur certains points, principalement vers la périphérie de l'albumen avec beaucoup de netteté; et parfois sur des étendues assez considérables pour que j'aie pu en obtenir des figures comme la 19ᵉ de la planche 1. Cette figure montre plusieurs cellules renfermant un, deux ou plusieurs nucléus à des âges différents. Ils sont globuleux, homogènes quand ils sont jeunes, vésiculaires quand ils sont plus âgés. Ceux qui sont vésiculaires peuvent renfermer un nucléole vésiculaire lui-même qui, à son tour, peut contenir un nucléolule (pl. 1, fig. 19, *c*, *F*). Le nucléus *a* montre même cinq générations dont l'utricule mère *m* serait la première.

Dans les utricules F, G, H, sont plusieurs nucléus homogènes, les uns plus petits, les autres plus grands. La substance de ces nucléus était grisâtre, ou blanc bleuâtre suivant leur diamètre ; et l'on pouvait voir quelquefois la matière centrale se raréfier et devenir par là plus translucide. Les contours de cette partie plus lumineuse étaient d'abord diffus, puis ils devenaient mieux définis, et présentaient l'aspect d'une cavité nettement circonscrite, qui peu à peu devenait excentrique, la substance nucléaire primitive, le protoplasma, étant réparti inégalement au pourtour interne de la vésicule qui limite le nucléus à l'extérieur. Peu à peu cette substance intérieure du nucléus semble se dissoudre dans la cavité vésiculaire qui alors renferme un liquide tenant des granules en suspension. Enfin on trouve un nucléole dans des vésicules nucléaires plus avancées. Plus tard la cellule mère étant résorbée, on a des cellules, comme la cellule G, libres de toute adhéhérence avec les cellules voisines ; mais bientôt ces cellules se pressant les unes contre les autres, deviennent polyédriques comme les cellules parenchymateuses.

Tous les nucléus ne paraissent pas arriver à un tel développement. La figure 19, planche 1, montre en *d* un nucléus flétri dont l'évolution était suspendue ; il contenait au contraire un nucléole vésiculaire très vigoureux. La même préparation présentait aussi des cellules dont la membrane était incomplète ; une partie de cette membrane avait disparu déjà par résorption.

Maintenant qu'il est démontré que des nucléus vésiculaires peuvent se développer à divers âges de la cellule, on concevra plus facilement qu'il puisse y avoir des cellules qui n'en renferment pas dans le principe, malgré les assertions de MM. Schleiden, Unger, Schacht, Hofmeister, etc. M. Schacht pense que lorsque l'on n'en voit pas, c'est qu'ils sont cachés. Assurément il peut arriver quelquefois qu'étant petits ils soient masqués par un protoplasma ou un contenu granuleux peu transparent ; mais dans une multitude de cas dans lesquels les cellules se multiplient par division (il est bien entendu que je ne généralise pas), très fréquemment dans la couche génératrice, par exemple, que l'on

appelle aussi *couche du cambium*, il n'y a pas non-seulement de nucléus vésiculaire, mais encore ce noyau protoplasmique central que j'ai signalé au commencement de ce travail, et que les anatomistes qui combattent la nature vésiculaire du nucléus, ont sans doute principalement en vue.

Il me paraît suffisamment établi, par ce qui précède, que la vésicule nucléaire peut devenir une cellule dans les cas que j'ai cités, et selon toute probabilité dans beaucoup d'autres semblables. Je ne doute nullement que les anatomistes n'adoptent cette opinion aussitôt qu'ils auront vérifié ces observations.

Les cas que j'ai exposés de ces développements du nucléus en cellule, sont très nets, très précis ; mais il en est d'autres dont l'interprétation est plus difficile, et dans lesquels la division des cellules et la multiplication par les nucléus semblent se combiner. Je vais en décrire avec détail un exemple qu'il est de toute impossibilité de comprendre par la théorie de la division de l'utricule primordiale, tandis que tout paraît clair après l'explication que j'en donne.

Voici d'abord les faits tels que les présente l'embryon jeune du *Pisum sativum*. Toutes les cellules qui composent cet embryon n'ont pas le même aspect. Les plus superficielles, celles qui sont placées dans le voisinage de l'épiderme, sont plus petites que les autres et semblent se multiplier par division. Elles ont un noyau protoplasmique mal délimité, très volumineux relativement à la dimension de la cellule. Les utricules plus rapprochées du centre sont au contraire plus grandes, et elles contiennent quelquefois des vésicules fausses vacuoles dont je parlerai bientôt. Dans beaucoup de ces cellules on trouve deux nucléus vésiculaires assez gros (pl. 1, fig. 29, *n*, *n*) qui, chacun, ont souvent aussi deux nucléoles vésiculaires également. Quelquefois il y a trois nucléoles comme le représente le nucléus figure 24, planche 1 ; d'autres fois il n'y a qu'un nucléole qui peut être simple comme celui du nucléus figure 23, ou comme ceux des nucléus figure 29, *n*, ou bien ce nucléole présente deux cavités comme celui du nucléus, figure 22, *n*, ou comme les deux nucléoles du nucléus, figure 21, ou de la figure 31, *n'*. Chez d'autres nucléus qui ont deux

nucléoles, l'un est simple tandis que l'autre est double, *n'*, *n'*, figure 37. Ces nucléus, dans l'intérieur de leur cellule mère, présentent des phénomènes de végétation manifestes, à la manière des cellules. Ainsi, le nucléus représenté figure 25, planche 1, avait grandi considérablement, de telle sorte que son protoplasma, ne pouvant suivre son extension, se retirait sur le côté en entraînant avec lui les deux nucléoles *n*. Les figures 26 et 27, planche 1, en sont deux autres cas. L'extension de la membrane de ces nucléus n'avait pas eu lieu sur tout son pourtour, mais sur une partie seulement qui alors était beaucoup moins épaisse que celle qui était restée stationnaire.

Dans la cellule figure 29, planche 1, outre les deux nucléus, il y a encore l'utricule protoplasmique *u* et son contenu, laquelle est écartée un peu de la membrane de cellulose par l'eau du porte-objet entrée sous l'influence de l'endosmose. Dans les figures 30, 31 et 37, planche 1, il n'y a plus dans la membrane de cellulose que deux grandes vésicules munies de leur nucléus. M. Mohl dirait que l'utricule primordiale s'est divisée en deux, enveloppant chacun des nucléus développés préalablement, comme le montre la figure 29. Soit. Rien de plus simple en apparence, mais continuons. Dans la figure 33, une cloison de cellulose très mince s'est développée entre les deux vésicules, ou, pour parler le langage de M. Mohl, entre les deux nouvelles utricules primordiales, résultant de la division de l'utricule mère. Après la formation de cette cloison mince de cellulose *c*, *c*, les deux nouvelles utricules primordiales se diviseraient chacune en deux ; c'est ce que représenterait la figure 36, planche 1, dans chacune des moitiés de laquelle il y a deux vésicules munies d'un nucléus. Dans la figure 35, une seule des moitiés B se serait partagée de nouveau ; l'autre moitié A formerait encore une vésicule simple munie d'un nucléus à double nucléole.

Jusqu'ici tout est parfaitement conforme à la théorie de M. Hugo Mohl. Mais voici des faits que cette théorie ne peut expliquer. D'abord, quand une utricule, dite primordiale, se partage en deux, les deux moitiés sont ordinairement égales. Les deux divisions eussent été très inégales dans la portion B de la figure 35. Cette

circonstance n'a que très peu d'importance, mais en voici qui en ont bien davantage. Dans la figure 32, l'utricule protoplasmique ou primordiale *u* existerait encore, et cependant l'on aurait dans son intérieur quatre autres vésicules de dimensions très différentes, l'une d'elles *a*, égalant à peu près ou surpassant chacune des vésicules dites utricules primordiales secondaires des figures 30 et 36. Il est évident que ces quatre vésicules de la figure 32 ne sont pas dues à la division de l'utricule primordiale, puisqu'elle existe encore et qu'elle est parfaitement intacte. De plus, dans la cellule de la figure 34, le contenu est partagé en deux moitiés A et B, un peu inégales et écartées l'une de l'autre par l'endosmose. La moitié A, ou utricule primordiale secondaire A, n'a qu'un nucléus *n'* pourvu de deux nucléoles; mais dans l'autre utricule primordiale secondaire B il y a deux vésicules ou nucléus : l'un de ces nucléus (qui n'est pas indiqué par une lettre sur la planche) était très petit; l'autre nucléus *n'*, en partie caché par le contenu granuleux, était très grand et renfermait un nucléole vésiculaire *n''* déjà plus étendu que le nucléus non indiqué par une lettre; ce nucléole *n''* avait lui-même un nucléolule vésiculaire.

L'existence de ces grands nucléus ou vésicules des figures 32 et 34 de la même nature que les prétendues divisions de l'utricule primordiale des figures 36, 30, etc., l'existence de ces vésicules nucléaires, dis-je, simultanée avec la présence de l'utricule primordiale primaire *u* dans la figure 32, ou avec l'utricule primordiale secondaire dans la figure 34 en B, est incompatible avec la théorie de cette utricule primordiale, et demeure tout à fait inexplicable, puisque ces vésicules, qui sont évidemment de même nature que celles des figures 30, 37, 36, etc., devraient être nées de la division de cette utricule primordiale. Au contraire, si nous admettons que chaque prétendue utricule primordiale nouvelle, secondaire ou tertiaire, des figures 30, 31, 33, 34, 35, 36 et 37, n'est qu'une vésicule nucléaire accrue, l'explication des phénomènes se simplifie beaucoup. En effet, supposons que l'utricule protoplasmique ou primordiale *u* de la figure 29 se résorbe, il reste dans l'enveloppe de cellulose les deux vésicules nucléaires, *n*, *n*. C'est ce que représentent les figures 30, 31 et 37. Si la résorption de

l'utricule protoplasmique avait lieu quand les nucléus n'ont que la dimension qu'ils présentent dans la figure 29, l'observation serait facile ; mais cette résorption n'a lieu que quand ces nucléus remplissent la cellule, et l'on ne peut voir que l'utricule protoplasmique ou primordiale n'existe plus qu'après que l'endosmose a contracté les nouvelles utricules protoplasmiques, qui ici seraient formées par les vésicules nucléaires elles-mêmes. Si les deux nucléus vésiculaires avaient un développement égal, les deux utricules protoplasmiques ou primordiales sont égales ; si les nucléus étaient inégaux, on a des utricules primordiales inégales, comme celles de la moitié B de la figure 35. Supposez l'utricule primordiale *u* de la figure 32 résorbée, nous aurions quatre jeunes utricules primordiales nouvelles, mais inégales à cette époque du développement. Si une cellule qui a deux nucléus, en possède un à un seul nucléole et l'autre à deux nucléoles, quand ces deux nucléus, devenus utricules primordiales, viendront à se résorber, après la division de la cellule mère par une cloison de cellulose, on aura d'un côté une seule utricule primordiale comme en A, figure 35, planche 1, et de l'autre côté deux utricules primordiales comme en B, de la même figure 35.

Quand les deux vésicules nucléaires se sont ainsi développées dans la cellule mère, et que l'utricule protoplasmique de celle-ci est résorbée, une cloison de cellulose est sécrétée entre elles sur tout le diamètre de la cellule mère à la fois, et non en s'avançant de la circonférence vers le centre. En soutenant cette opinion, je n'infirme pas les observations que M. Mohl a faites sur le *Conferva glomerata* et certaines utricules mères du pollen. Mon assertion ne se rapporte qu'à ce que j'ai vu ailleurs dans les cellules de la couche génératrice d'un grand nombre de végétaux, par exemple, et en particulier dans ces cellules du *Pisum sativum*. La cloison formée entre les vésicules nucléaires ou jeunes utricules primordiales, les nucléoles qui étaient des nucléus de second degré, deviennent les nucléus des nouvelles cellules, avec lesquelles ils grandissent. Ils finissent par former à leur tour des utricules primordiales quand leurs cellules ou vésicules mères viennent à être résorbées. On a alors ce que représente la figure 36.

Entre ces nouvelles utricules primordiales, s'interpose une cloison unie à la précédente et à la membrane de la cellule mère. On a ainsi quatre cellules nouvelles qui grandissent ensemble et qui se séparent quand elles sont suffisamment avancées. On voit donc, par ce qui précède, que dans ces cellules la multiplication utriculaire par les nucléus se combine en quelque sorte avec la multiplication dite par division. Il est bien clair aussi que ce mode de division qui est ici ce qu'il est dans beaucoup de cas, en ce qui concerne la formation des parois nouvelles de cellulose, à la périphérie des jeunes cellules, ne diffère que par la conduite du contenu de la cellule, c'est-à-dire par la manière dont l'utricule protoplasmique ou primordiale est renouvelée. Dans les cellules de l'embryon du *Pisum* (dans celles dont je parle, parce que j'ai dit déjà que toutes les cellules de cet embryon en particulier, et d'un même tissu en général, ne se forment pas toujours de la même manière, j'ai cité déjà celles de l'albumen du Maïs et j'aurai bientôt l'occasion d'en indiquer d'autres exemples), dans les cellules de l'embryon du *Pisum sativum*, dis-je, dont il est ici question, c'est le nucléus qui forme l'utricule protoplasmique, tandis que dans beaucoup d'autres cas le protoplasma ou contenu de la cellule se partage en deux moitiés autour de deux noyaux protoplasmiques, ou même de vrais nucléus vésiculaires, et c'est la surface de chacune de ces deux moitiés de protoplasma qui produit les deux nouvelles utricules protoplasmiques ou primordiales. Les membranes de cellulose naissent, puis s'étendent et entraînent avec elles le protoplasma qui se répartit sous la forme d'une couche inégale au pourtour interne de la cellule, ou se réunit en grande partie autour du noyau protoplasmique qu'il fixe à la paroi utriculaire. C'est alors que ce noyau se revêt d'une pellicule et devient le nucléus vésiculaire ordinaire des cellules. Je répéterai encore que lorsque ce noyau n'existe pas, lorsque tout le protoplasma semble à peu près homogène, il arrive aussi qu'une partie de ce protoplasma, accumulée sur un point de la surface interne de la jeune cellule, peut s'y transformer en une vésicule nucléaire tout à fait semblable à celle qui est produite par le noyau protoplasmique préexistant.

Nous avons vu que les vésicules nucléaires développées dans

ces deux dernières circonstances n'ont point pour objet la multiplication utriculaire. Elles sont destinées à fournir à la cellule certaines sécrétions de natures diverses dont j'ai parlé plus haut, après quoi elles disparaissent.

Conclusions.

Il résulte de ce qui précède que l'on a donné le nom de ***nucléus*** : 1° soit à un amas de protoplasma imparfait qui s'élabore au centre de la cellule, et fournit au protoplasma périphérique les éléments propres à la production des membranes cellulaires ; 2° soit à des vésicules nées de ce protoplasma central ou même du protoplasma périphérique, qui sont chargées de préparer certaines sécrétions de nature différente utilisées pendant la vie de la cellule ; 3° soit à des vésicules nucléaires complétement semblables aux précédentes, mais nées dans des circonstances un peu différentes, et qui concourent à la multiplication utriculaire. Ces vésicules nucléaires donneraient lieu à deux variétés de multiplication cellulaire : 1° dans l'une (***Sparganium ramosum***, ***Zea Mays***, etc.), la membrane de cellulose naît seulement quand les nucléus sont devenus libres par la résorption de la cellule mère ; 2° dans l'autre, la membrane de cellulose serait produite dans l'intérieur de l'utricule mère (embryon du ***Pisum sativum***). C'est donc au fond le même phénomène, plus la présence ou l'absence de la membrane cellulosique de la cellule qui leur a donné naissance.

II. — Des vésicules cristalligènes.

Quand il ne continue pas son accroissement cellulaire, le nucléus peut subir la singulière métamorphose que j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie le 9 août 1858, c'est-à-dire qu'il peut se transformer en un véritable cristal, en un rhomboèdre ou un groupe de rhomboèdres, ou bien en lames hexaédriques, qui ont pour forme de clivage le rhomboèdre. Depuis l'époque de ma communication à l'Académie, j'ai renouvelé mes observations en

poursuivant mes études, et j'ai vu de plus que c'est tantôt le nucléus et tantôt le nucléole qui se changent en cristaux dans les cellules de l'albumen du *Sparganium*. Cette transformation s'opère vers le moment où la multiplication utriculaire cesse. Les cytoblastes formés ne se développant plus en cellule continuent de s'accroître; les uns donnent des vésicules pleines d'une matière d'apparence protoplasmique, dont le volume oscille autour d'un centième de millimètre, tantôt plus, tantôt moins. Elles ne sont point globuleuses, mais présentent ordinairement quelques faces dues, sans doute, à la pression; les autres prennent la forme cristalline. Si le nucléus est peu développé, c'est lui qui prend cette configuration; s'il est trop avancé dans son développement, c'est son nucléole qui devient un cristal.

Voici comment j'ai été conduit à l'étude de ce phénomène. En étudiant, sous le microscope, de la farine de l'albumen de *Sparganium ramosum*, je me suis aperçu qu'elle est composée de deux sortes de grains : les uns sont assez petits, de 0,0075 de millimètre environ, d'un volume assez régulier, globuleux ou ovoïdes, souvent atténués par un bout (pl. 2, fig. 68, *p*, *p*); ils sont bleuis par l'iode; ce sont des grains d'amidon. Les autres grains sont beaucoup plus gros, de dimensions plus inégales, de formes plus variées; tantôt ils sont simples et tantôt composés (pl. 2, fig. 65 et 66). Les grains simples affectent assez souvent la forme de petites cellules, à contour hexaédrique; mais leurs arêtes et leurs angles sont arrondis. Ils portent fréquemment l'indication précise d'une cavité centrale, qui rappelle celle d'une cellule à paroi très épaisse (fig. 40). Les grains composés, dont deux groupes sont représentés par les figures 65 et 66, et un autre recouvert en partie d'amidon par la figure 67, sont très irréguliers dans leurs formes; ils semblent constitués par un agrégat de petites cellules, dont les parties saillantes donnent à la masse un aspect mamelonné. Ces corps, à la première vue, ne frappent que par leurs dimensions beaucoup plus grandes que celles des grains d'amidon qui les environnent, et dont ils sont couverts ordinairement (fig. 67). Ils donnent l'idée de grains de fécule plus volumineux que les autres; mais lorsqu'on les rencontre recouverts d'amidon, on est surpris

de la régularité avec laquelle ces gros grains ou leurs agrégats sont revêtus par les grains de fécule. Ces derniers sont si pressés à leur surface, qu'ils sont quelquefois polyédriques. Leur forme porte à croire qu'ils sont nés là, et cette idée acquiert d'autant plus de vraisemblance, que ces granules d'amidon sont atténués par le côté qui touche le grain ou nucléus, et y semblent attachés par cette pointe.

Si l'on ajoute de la teinture d'iode, ces nucléus prennent une belle teinte jaune, plus ou moins foncée, suivant la quantité d'iode ajoutée. L'addition de l'acide sulfurique un peu dilué les gonfle, en donnant plus d'intensité à la couleur. Ils ont alors toute la figure de cellules formées d'une membrane mince, et remplie d'un liquide jaunissant sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique. Cet acide, plus concentré, les décompose en leur faisant subir la même altération qu'aux membranes cellulaires infiltrées de matières azotées. Il les transforme en un liquide d'apparence oléeuse, brun jaunâtre, divisé en une multitude de petites gouttelettes.

En remontant à l'origine de ces corps, je les ai trouvés remplacés par de magnifiques cristaux, par des rhomboèdres à angles aigus et à arêtes tranchantes (pl. 2, fig. 24, 25, 26, 27, 31, 32, etc.), ou par de belles plaques hexaédriques de la plus grande régularité (pl. 2, fig. 36, 40, 47, 50), ou quelquefois un peu allongées, mais conservant toujours le parallélisme de leurs faces deux à deux (pl. 2, fig. 39, 41, 43, 49). Les rhomboèdres et les lames hexaédriques ont parfois une cavité centrale (pl. 2, fig. 26, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 49), et les uns et les autres forment assez souvent des groupes, conformément aux lois de la cristallographie (pl. 2, fig. 29, 32, 42, 50, 51, etc.). En examinant avec attention les lames hexaédriques, on s'aperçoit que leurs côtés ne sont pas homologues ; ils présentent des inclinaisons différentes sur l'une et l'autre face de la lame (pl. 2, fig. 36), et cette inclinaison donne des angles égaux à ceux des rhomboèdres, en sorte que ces lames auraient pour forme primitive le rhomboèdre. On acquiert cette conviction quand on voit les deux formes réunies comme dans la figure 54, planche 2. Quelquefois aussi, on voit les rhomboèdres unis aux lames hexaédriques

de la manière indiquée par les figures 45, 52 et surtout 53, planche 2, dont les rhomboèdres sont nés des lames hexaédriques, ainsi que je vais le dire tout à l'heure.

Ce qui précède est déjà très remarquable ; mais voici un fait sur lequel j'appelle l'attention de l'Académie : c'est que ces cristaux si réguliers perdent quelquefois en partie par la végétation leurs formes géométriques. Il n'est pas rare de trouver, en effet, des lames hexaédriques qui deviennent mamelonnées sur leurs deux faces (pl. 2, fig. 55, *p*, *p'* ; fig. 57, *p*), ou même sur deux ou trois de leurs côtés (pl. 2, fig. 48, 56, 57), les autres côtés restant géométriques. J'ai vu de ces mamelons qui étaient très volumineux (pl. 2, fig. 57, *p* ; 59, *p*; 60, *p'*), et qui offraient parfois une grande cavité, comme celle que montre la figure 59 en *c* dans l'intérieur de la proéminence *p*. On avait ainsi sous ces formes diverses l'union en apparence monstrueuse d'un cristal et d'une cellule. Ce qui est plus singulier encore, c'est que ces éminences sont l'origine de lames hexaédriques nouvelles, nées comme des sortes de bourgeons de la lame hexaédrique mère, ou mieux par une véritable multiplication utriculaire. Les figures 60, 61, 62, 63, 64, 50 et 51, planche 2, en fournissent des exemples à différents degrés de développement. Dans la figure 60, la proéminence *b* a déjà une forme géométrique nettement dessinée ; cette forme polyédrique est moins marquée dans la proéminence *a* ; elle ne l'est pas du tout dans celles qui sont indiquées par *p* et *p'*. Il en est de même dans les figures 62, *a*, *b*, *p* ; fig. 63, *a*,*p*, pl. 2. Dans la figure 61, on a une lame hexaédrique, dont plusieurs côtés se dessinent nettement, et en *p* une proéminence arrondie naissante. Dans la figure 50, on a une grande lame hexaédrique primaire, de laquelle est née une autre lame hexaédrique secondaire sur une des faces de la première ; à la surface de la seconde est une production tertiaire encore arrondie, qui devait répéter évidemment les deux autres. Une production naissante semblable est représentée figure 47 en *p*, planche 2. La figure 58 montre l'aspect de la substance végétant à l'intérieur de ces cellules ou vésicules cristallines. La multiplication cellulo-cristalline que je viens de signaler dans les lames hexaédriques peut être rencontrée aussi chez les

rhomboèdres. La figure 32 en représente un bel exemple. Elle fait voir sur un de ses côtés des rhomboèdres groupés, et sur l'autre côté des proéminences plus ou moins arrondies qui sont le commencement de semblables rhomboèdres naissant des premiers. En *b*, la forme rhomboédrique est déjà indiquée du côté libre de la production; en *a*, on a seulement une éminence un peu elliptique.

Poursuivant mon étude organogénique en prenant des fruits de plus en plus jeunes, je vis des cristaux, encore grossièrement dessinés, qui étaient limités par une membrane, laquelle formait pour les rhomboèdres une cellule ou vésicule elliptique (pl. 2, fig. 2, 10, 11, 12, 13), et pour les hexaèdres une cellule ou vésicule circulaire (pl. 2. fig. 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9). On distinguait jusqu'à un certain point la formation de ces cristaux. Quand le nucléus était peu avancé comme figure 7, il devenait hexaédrique comme figure 8; quand, au contraire, le nucléus était plus volumineux, son nucléole devenait cristallin (fig. 9). Dans quelques vésicules, on pouvait suivre les progrès de la formation cristalline. Dans la vésicule elliptique, par exemple, on apercevait quelquefois seulement une modification à l'une des extrémités de cette vésicule, comme on voit en *a*, figure 13, planche 2, poindre un sommet du rhomboèdre. Dans d'autres vésicules (pl. 2, fig. 16, 17, 19, 20), un sommet ou l'un des côtés était encore imparfait. Dans la figure 14, je n'apercevais pas la vésicule. Dans les vésicules représentées figures 15, 18, 21, les rhomboèdres étaient plus avancés, mais encore imparfaits. On les trouve fréquemment avec leux six faces parfaitement égales, bien symétriques, mais avec des arêtes encore un peu obtuses. Dans les fruits des individus cultivés dans le premier bassin de l'école de botanique du Muséum, j'ai le plus souvent obtenu des rhomboèdres parfaits, à arêtes vives, comme les donnent les figures 24, 25, 26, 27 et 29, planche 2. Quelques vésicules, quelquefois nombreuses, ou nucléus plus ou moins arrondis, ou obscurément polyédriques, déjà assez gros, et ne paraissant pas annoncer de modifications, étaient mêlées à celles qui subissaient les transformations que je viens de décrire. Enfin des fruits très jeunes, dont la végétation

était très lente, ne me donnèrent plus que des petits globules semblables à ceux des figures 1, 2, 3, planche 2, ou quelques rares vésicules comme celles des figures 6, 7, 10, 12; mais quand la végétation était très active, dans le courant d'août surtout, les vésicules étaient très nombreuses, et présentaient l'aspect des figures 4, 5, 8, 9. Parmi ces vésicules, on trouvait aussi de nombreux cristaux d'une autre forme appartenant également au système rhomboédrique, et paraissant avoir la même composition chimique que les précédents. C'étaient des dodécaèdres à faces triangulaires (à triangles scalènes), à sommets tronqués ou non (pl. 2, fig. 28 et 30), ou groupés (fig. 33). Je ne saurais rien dire de précis sur leur origine.

Cet intéressant phénomène de la production de cristaux par une vésicule nucléaire n'est pas sans analogues; j'en ai observé plusieurs autres cas, mais alors c'est une vésicule spéciale qui donne naissance aux cristaux. Cette vésicule est très distincte du nucléus qui souvent existe à côté d'elle. Cependant elle commence comme lui par un globule qui jaunit par l'iode et qui montre sa cavité vésiculaire ou non avant de produire les cristaux.

J'ai observé deux types de ces vésicules cristalligènes, suivant qu'elles donnent des cristaux simples comme l'indiquent les figures 8, 9, 15, 16, 18, 19, 21, planche 2, ou seulement deux ou trois cristaux groupés comme dans la figure 23, mais qui peuvent se multiplier par la végétation spéciale représentée dans les figures 22, 32, 60, 61, 62, 63, 64, 50, 51, etc., planche 2, ou bien suivant que ces vésicules donnent des cristaux en groupe globuloïde, rayonnant d'un centre commun comme dans la figure 81, planche 2.

Un bel exemple du premier type, c'est-à-dire analogue à celui qui m'a été fourni par le *Sparganium ramosum*, m'a été offert par le *Pleurothallis circumplexus*. Il naît dans beaucoup de cellules de la feuille de cette plante, et surtout dans celle de l'épiderme, un ou plusieurs globules incolores ou plutôt légèrement teintés en jaune, différents du nucléus que l'on voit souvent à côté d'eux. La figure 69, planche 2, représente le nucléus, les figures 70, 71 et 72 le volume relatif des jeunes vésicules cristalligènes.

Quand ces globules ou jeunes vésicules ont acquis un certain degré d'accroissement, ils deviennent anguleux; on aperçoit d'abord un ou deux angles, comme dans la figure 73, planche 2, puis trois, quatre, six. Ils donnent alors sous le microscope le plus souvent l'aspect d'un carré ou d'une surface hexagonale; mais en élevant ou abaissant le porte-objet, on reconnaît qu'on a sous les yeux des cubes vus suivant des plans différents. Quand la figure est carrée, il est clair que c'est parce que le cube se présente suivant une de ses faces; quand elle est hexagonale, c'est qu'il se présente suivant un de ses angles; comme on ne peut le voir tout entier à la fois, six autres angles sont aperçus à peu près sur le même plan et donnent la figure hexagonale. En faisant mouvoir le porte-objet, on reconnaît que c'est un cube dans la position indiquée par la figure 75, planche 2, que l'on a sous les yeux. Ces cristaux ont d'abord les angles et les arêtes mousses comme dans la figure 74; mais dans l'état de développement complet, ils ont les angles aigus et les arêtes très vives, comme dans la figure 75.

Une forme très fréquente aussi dans les cellules de la feuille du *Pleurothallis circumplexus*, est un dodécaèdre rhomboïdal modifié ou plutôt un octaèdre passant au dodécaèdre par la modification de ses arêtes. Assez rarement j'ai observé l'octaèdre parfait. La figure 76, planche 2, en représente un dont les angles et les arêtes étaient encore mousses, et qui se montrait avec un de ses angles en avant, de sorte que, quand la base de ses pyramides était au foyer, on pouvait croire à l'existence d'un cube en n'apercevant que le carré formé par cette base. Une autre fois j'ai trouvé un octaèdre inscrit dans un cube, comme le montre la figure 77. Enfin à la périphérie de ces cristaux, à la surface du cube principalement, j'ai rencontré des excroissances annonçant une végétation analogue à celle que présentent les cristaux du *Sparganium ramosum*, mais généralement ces excroissances étaient très peu volumineuses et ne pouvaient souvent donner d'indication précise sur leur nature.

Les vésicules cristalligènes du second type ont moins d'intérêt en ce qu'elles se rapprochent davantage des phénomènes de cris-

tallisation offerts par les cellules ordinaires. Un bel exemple de ce type est produit par les cellules de la feuille du *Megaclinium maximum*. Les vésicules y paraissent aussi plus nombreuses dans les cellules de l'épiderme que dans les autres. Elles sont également globuleuses, et d'abord pleines (pl. 2, fig. 78); elles montrent ensuite une membrane nettement dessinée (fig. 79 et 80) et un contenu homogène dans le principe. Les cristaux commencent tantôt à la périphérie interne de la vésicule et tantôt au centre, par des figures qui ne paraissent guère en rapport avec celle des cristaux que l'on observe plus tard. A la fin, le groupe cristallin se dessine mieux; les pointes des pyramides semblent traverser l'enveloppe vésiculaire qui finit même par disparaître complétement. On a alors un groupe de cristaux isolé, semblable à celui qui est représenté dans la figure 81, planche 2.

A ce second type semble se rattacher la vésicule pleine de liquide rose que l'on observe mêlée aux grains de chlorophylle amylacés dans les cellules de la feuille du *Lepanthes cochlearifolia*, et que je représente dans la planche 4, figure 27. Quand le liquide rose disparaît, ainsi que je le dirai plus tard, un groupe de cristaux naît dans la vésicule (pl. 4, fig. 28); enfin la vésicule elle-même est résorbée et le groupe cristallin se trouve libre dans la cellule. La figure 29, planche 4, donne l'image de ces cristaux.

Relativement à la formation de certains groupes de cristaux dans les plantes, je dirai quelques mots qui n'éclaireront pas beaucoup la question, mais qui pourront mettre sur la voie de phénomènes intéressants les cristallographes qui voudraient les étudier. Au début de ces groupes de cristaux (particuliers à quelques plantes), on remarque parfois comme des sortes de vésicules très déprimées, circulaires ou elliptiques. Il n'y en a d'abord qu'une. De celle-ci en naît une seconde discoïde également, qui semble traverser la première suivant un rayon, et dont la circonférence passe par le centre de celle-ci; puis il en naît une troisième dans une autre direction, et ainsi successivement plusieurs de suite. De ces disques ou vésicules discoïdes diversement enchâssés naissent, je ne sais comment, des groupes de cristaux fort réguliers.

J'ai hésité longtemps à parler de ces faits parce qu'ils sont singuliers, en apparence bizarres. Je me décide à les signaler, parce qu'ils pourront peut-être conduire les cristallographes à des résultats importants.

III. — Des vésicules fausses vacuoles, des vacuoles et d'un nouveau mode de multiplication utriculaire par division.

Il est une vésicule qui joue un rôle non moins important que le nucléus dans l'organisation végétale. Je l'appellerai *vésicule fausse vacuole*, parce qu'elle a été confondue par la plupart des anatomistes, et en particulier par MM. Nägeli et Mohl, avec les vacuoles qui se forment souvent au milieu du contenu des cellules. MM. Karsten et Hartig en ont reconnu la nature vésiculaire. Le premier les considère comme le commencement des cellules, et le second les désigne sous le nom de *Saftblaeschen :* mais ce nom ne saurait convenir, parce que toutes les vésicules contiennent du suc, et plusieurs ont un suc homogène, tandis que le nom que je propose a l'avantage de bien préciser l'aspect de ces vésicules. Elles ont du reste été fort imparfaitement étudiées.

Si M. Hartig a reconnu la nature vésiculaire de ces petits organes, il s'est étrangement mépris sur leur destination, car c'est sur ces vésicules qu'est fondée sa singulière théorie de la formation de la membrane interne de la paroi cellulaire, ainsi que je l'ai dit plus haut en faisant l'histoire du nucléus.

Les vésicules fausses vacuoles apparaissent dans le contenu des cellules comme des cavités transparentes pleines d'un liquide incolore, moins dense que celui de la cellule, et revêtues d'une membrane fort mince. Elles sont quelquefois pleines d'un liquide coloré en rose ou en violet, mais alors elles ne semblent plus vides comme celles dont le contenu est incolore et homogène, bien qu'elles aient évidemment la même origine. Elles sont globuleuses quand elles sont isolées ou seulement rapprochées ; elles sont parenchymateuses quand elles sont fortement pressées ; elles varient beaucoup en grosseur, car tantôt elles sont en grande quantité dans la cellule, tantôt celle-ci est presque remplie par

une, deux ou trois. Leur existence n'est souvent que passagère, mais fréquemment aussi une partie seulement de ces vésicules sont résorbées ; il en reste quelques-unes qui concourent à la multiplication utriculaire, et seules ou presque seules l'accomplissent dans certains organes. M. Nägeli les a très bien décrites, mais il les regarde comme des vacuoles, bien qu'il y reconnaisse une membrane. Il leur refuse la qualité de vésicule : 1° parce qu'il n'a pas remarqué en elles des propriétés analogues à celles des cellules ; 2° parce que la membrane qui les entoure ne serait qu'une fausse membrane due à la plus grande densité du mucus à leur pourtour. « Le mucus dans lequel ces vacuoles apparaissent, est, dit-il, ou partout de même densité, ou il est plus dense au pourtour de la cavité, et forme comme une membrane autour de cette dernière. Dans ce cas, les cavités paraissent comme des vésicules. Cette structure, d'apparence vésiculaire, est d'autant plus trompeuse, que la densité du mucus est plus différente au pourtour immédiat de la vacuole et dans le reste de la cavité cellulaire ; elle est, en outre, plus trompeuse, quand les vacuoles sont plus grandes et en moindre quantité, et lorsque le mucus en général est plus raréfié et plus transparent. Les vacuoles ont au contraire plus l'apparence de réelles, de simples vacuoles, quand elles sont petites et nombreuses, et quand le mucus est plus épais et non transparent. » Je cite textuellement ce passage de M. Nägeli, parce qu'il peint très bien l'état des choses. Seulement il faut prendre la contre-partie de ce qu'il admet, et dire que la nature vésiculaire est d'autant plus facile à reconnaître, que le mucus de la cavité cellulaire est moins dense et plus transparent, et qu'elle est au contraire d'autant moins évidente que ce mucus est plus épais et non transparent ; c'est que aussi, dans ce dernier cas, on n'a souvent en réalité que des vacuoles.

Ces vacuoles, suivant M. Nägeli, contiennent de l'eau. En parlant des vésicules roses, j'en décrirai qui ne contiennent qu'un tel liquide homogène et d'abord incolore, mais qui peu à peu prend une teinte légèrement rosée, qui se fonce de plus en plus, jusqu'à ce qu'il ait une teinte de carmin ou de violet assez foncé Dans les figures 16, 17, 18, planche 4, elles sont encore inco-

lores ; elles sont colorées dans les figures 19, 20, 21, etc. M. Nägeli eût assurément pris les premières, les non colorées, pour des vacuoles véritables, bien qu'elles soient certainement de même nature que les roses.

« On les observe, ajoute-t-il, dans la plupart des cellules, qui, de l'état où leur cavité est tout à fait remplie de mucus homogène, passent à celui où le mucus s'est déposé sur la paroi comme une couche muqueuse. » Ici je pense comme M. Nägeli ; il n'y a le plus souvent que des vacuoles dans cette circonstance. « De plus, continue-t-il, elles existent aussi plus tard fréquemment dans les cellules, quand celles-ci, outre la substance ferme, contiennent un mucus homogène ; je les ai vues dans cette phase tardive de la vie des utricules, depuis les cellules des Conferves, des Siphoniées et des Champignons filamenteux, jusqu'aux cellules parenchymateuses des Phanérogames ; elles sont ici un phénomène normal de la vie des cellules. » Oh ! dans ce dernier cas, je parle des Phanérogames, parce que je n'ai pas étudié les végétaux inférieurs, je suis à cet égard complétement en désaccord avec M. Nägeli, car je pense que ses prétendues vacuoles sont alors de véritables vésicules, qui, dans certains cas, comme le montrent les figures 17, 20 et 21, planche 4, etc., se remplissent d'un liquide coloré, ou même de grains de matières colorantes, comme celles qui sont représentées figures 1 *a*, *b*, et 4*A*, *B*, *D*, planche 3. On ne conçoit pas bien d'ailleurs comment de simples vacuoles pourraient être l'*état normal* dans les cellules. Il me semble qu'il n'y a qu'un organe remplissant des fonctions spéciales, comme peut le faire une vésicule, qui puisse exister normalement dans les cellules.

Voici comment M. Nägeli croit pouvoir expliquer la formation de ces prétendues vacuoles : « Du mucus (contenu de la cellule) se séparent de grandes ou de petites quantités d'eau, qui prennent une forme globuleuse, suivant les lois de la physique. Par la perte de l'eau, le mucus se contracte, et devient plus épais. Lorsque la goutte d'eau reste longtemps dans le mucus sans subir de changement, la couche de mucus qui le touche se coagule par l'influence de cette eau, comme c'est toujours plus ou moins le cas à l'égard du mucus ou de l'albumine dans l'eau. De cette manière

naissent dans les cellules d'apparentes vésicules, claires comme de l'eau, pourvues d'une membrane particulière. » Je ne crois pas nécessaire de discuter cette explication. On ne comprend guère une telle séparation d'eau dans le contenu de la cellule. Il est bien plus naturel d'admettre, il me semble, que, sous l'influence d'une force physiologique, un globule de substance transparente, moins dense que le mucus ambiant, si l'on veut, se forme d'une manière analogue à celle qui produit les globules plus denses, dont j'ai parlé en traitant de la naissance des vésicules nucléaires, des vésicules cristalligènes, et dont je parlerai encore à l'occasion de plusieurs autres sortes de vésicules.

M. Mohl soutient la même opinion, et à peu près par les mêmes arguments que M. Nägeli, à la page 202 de son travail intitulé : *Die vegetabilische Zelle* (1850). Il reconnaît qu'il y a souvent tout à fait l'apparence d'une membrane autour de ces vacuoles, qu'il compare aux bulles gazeuses contenues dans un liquide mousseux. Malgré l'opinion contraire de deux anatomistes aussi éminents que MM. Hugo Mohl et Nägeli, je persiste à penser qu'il y a là autre chose que de simples vacuoles, qu'il y a réellement des vésicules. Ce qui va suivre achèvera de le démontrer ; mais auparavant, je dois parler de quelques phénomènes qui concernent les vacuoles proprement dites, et qui ne sont pas sans avoir quelque rapport avec la formation des vésicules fausses vacuoles, puisque du mucus ou protoplasma bordant ces vacuoles, nous verrons dans quelques cas naître des membranes limitant des cellules nouvelles.

Je disais tout à l'heure qu'une des raisons qui ont empêché M. Nägeli de considérer ces prétendues vacuoles comme des vésicules, c'est que la membrane paraît formée par le protoplasma environnant. C'est une considération contraire à celle-ci qui a empêché plusieurs autres anatomistes, et M. Mohl en particulier, de comprendre partout la multiplication utriculaire par division. Ils n'ont pu croire que la cloison qui traverse les cellules puisse être formée par le protoplasma ambiant, c'est-à-dire qui est placé de chaque côté. Parce qu'elle est intimement liée à la membrane de cellulose de l'utricule mère, ils ont pensé qu'elle devait toujours

procéder de cette membrane. Il est vrai que cette opinion de M. Mohl est fondée sur des observations faites sur des végétaux inférieurs, en particulier sur le *Conferva glomerata*, et sur la formation de certains grains de pollen, observations dont je ne conteste pas l'exactitude. Mais je tiens pour bien sûr aussi que, dans la couche génératrice de beaucoup de végétaux que j'ai examinés, les cellules ne naissent pas par le mode de formation adopté par M. Mohl comme général.

Si ce mode de division des cellules se présentait partout où les cellules se partagent, comment se fait-il que M. Mohl n'ait pas figuré un seul exemple de cloisonnement incomplet dans les belles figures qu'il a données (*Die vegetabilische Zelle*, fig. 58), et qui représentent bien réellement le phénomène, tel qu'il se voit toujours dans les cas semblables. M. Mohl nous le dit (page 218) : c'est qu'il n'a jamais trouvé son cloisonnement centripète, quels que soient les efforts qu'il ait faits, que là où il l'a figuré ; que « dans l'infinie majorité des cas, dans l'étude d'un tissu cellulaire saisi en voie de multiplication, on ne réussit pas à trouver l'accroissement successif des parois de séparation de l'extérieur vers l'intérieur ; et que, lorsqu'il admet que ce procédé a lieu généralement, c'est qu'il s'appuie sur l'analogie d'un petit nombre de cas.... » Il lui paraît plus logique de généraliser ce petit nombre de cas (c'est lui qui le dit), que d'admettre, comme base de la doctrine du développement des cellules, des observations même nombreuses, dans lesquelles on ne voit pas cet accroissement successif de l'extérieur vers l'intérieur. J'en demande bien pardon à M. Mohl, mais je crois devoir lui faire observer que, si son mode de développement par étranglement du contenu de la cellule n'est pas général, les observations nombreuses qu'il repousse peuvent être exactes. C'est, je crois, ce qui a lieu réellement, et je vais le prouver en décrivant un mode de division des cellules, qui n'est point celui que M. Mohl admet comme général, et dont l'observation est très facile. S'il y a une exception, il peut en exister un nombre infini.

Je ne m'arrête pas davantage à cette discussion, sur laquelle je reviendrai plus tard en traitant spécialement de la multiplication utriculaire. Je me contenterai de décrire ici, parce qu'il se rattache

à l'existence des vacuoles, un mode de division que je me garderai bien de donner comme général, parce qu'il ne l'est certainement pas, et que l'influence des idées dominantes a probablement empêché de découvrir.

Voici en quoi il consiste. J'ai dit déjà plusieurs fois que, pendant l'extension des jeunes cellules, le protoplasma qui les remplit ne pouvant suivre cette extension, reste en partie adhérent au pourtour de chaque cellule, et se retire en partie sur un ou plusieurs points de celle-ci. Il en résulte souvent deux ou plusieurs vacuoles, qui grandissent à mesure que la cellule s'étend. Si la cellule est allongée et très étroite, les vacuoles sont séparées par des cloisons protoplasmiques plus ou moins épaisses, qui produisent les membranes qui doivent diviser la cellule primitive. Tantôt il se forme, dans l'intérieur de ces cloisons protoplasmiques, une seule membrane mince qui se dédouble plus tard ; tantôt il en naît deux séparées par une épaisse couche de protoplasma, qui est résorbée peu à peu avec les parties correspondantes de la cellule mère ; car ici, bien certainement, la cellule mère ne s'est pas infléchie vers l'intérieur, elle est restée rectiligne sans changer de configuration. Des membranes cellulosiques de séparation se sont formées soit dans l'intérieur de la cloison de protoplasma, comme je viens de le dire, soit sur chaque face de cette cloison, à la limite des vacuoles correspondantes.

Ce phénomène se voit très bien encore en ce moment (11 octobre) sur les jeunes rameaux du *Joliffia africana*, où il opère la multiplication des cellules allongées des faisceaux fibro-vasculaires. C'est ce phénomène que j'ai représenté sur la planche 3, aux figures 21, 22 et 23. La cellule *a*, figure 23, est pleine d'un protoplasma finement granuleux. Au contraire, le protoplasma des cellules qui ont fourni la figure 21 offrait des vacuoles au nombre de deux ou plusieurs. Ces vacuoles ne sont encore que très petites en *a* ; elles sont plus grandes dans les autres cellules en *b*, *b* ; mais on voit dans cette figure 21 qu'il n'existait encore aucune trace de membrane entre ces vacuoles contenues dans la même cellule, en *c*, *c* par exemple. Il en est autrement dans les figures 22 et 23. Dans les parties où la couche protoplasmique, située entre deux

vacuoles, était très épaisse, comme en *d*,*d*, il naît du protoplasma, et de chaque côté, une membrane qui borde chaque vacuole, et qui paraît en union intime avec la paroi de la cellule mère (pl. 3, fig. 22 *d*, 23 *d*). Quand la couche protoplasmique séparant les deux vacuoles est seulement mince, la cloison de cellulose est simple ou peut paraître telle; mais elle se dédouble plus tard (pl. 3, fig. 22 *F*, 23 *F*). Elle est même double quelquefois dès le principe au contact de la cellule mère. Quand ces membranes de séparation sont formées, s'il y en a deux séparées par du protoplasma, celui-ci se résorbe peu à peu comme en *E*, fig. 22, et en *d*, *d*, figure 23, où l'on voit le commencement de cette résorption. Les parties de la cellule mère correspondant à l'intervalle qui sépare les deux nouvelles cellules, sont également dissoutes, et les cellules filles se trouvent libres, et peuvent continuer isolément leur accroissement.

La figure 20 de la même planche 3 représente une division analogue des cellules de l'épiderme du jeune embryon de l'*Orobus variegatus*. Le contenu liquide vert de ces cellules a peu de densité, et quand elles commencent à s'étendre, on voit souvent cette sorte de protoplasma fluide se déplacer dans la cellule, où il peut être réparti sous la forme d'un amas pariétal comme en *b*, *c*, ou d'une masse globuloïde, qui va d'un côté à l'autre des étroites cellules, comme en *a*, ou bien de colonnes ou plutôt de cloisons plus ou moins épaisses, comme en *p*, *p*, qui divisent la cellule. C'est dans l'intérieur de ces cloisons que se forment les membranes de séparation, d'abord extrêmement minces, qui doivent partager les cellules (*s*, *s*).

On voit donc que, dans les deux cas dont je viens de parler, et surtout dans le premier qui montre plus nettement le mode de formation des membranes de séparation, la division des cellules se fait tout autrement que celle qui a été décrite par M. Mohl comme générale. Il est bien clair ici que l'utricule dite primordiale ne joue aucun rôle, et que la membrane de cellulose ne se replie point vers l'intérieur, ainsi que le montrent les figures 22 et 23, en *a*, *a*. C'est par un mode semblable que paraissent se multiplier assez fréquemment les cellules de la couche génératrice, c'est-à-dire par la formation de cloisons au milieu du protoplasma qui

sépare des vacuoles préalablement développées ; mais le plus souvent la division des cellules de cette couche génératrice se fait dans le protoplasma, sans qu'il y ait d'abord formation de vacuoles. Je n'examinerai point ici la question de savoir s'il se fait une simple cloison, une production toute locale, ou si cette cloison est, comme l'a dit M. Nägeli, continuée tout autour du contenu de chaque nouvelle utricule secondaire. Cette discussion m'entraînerait trop loin de mon sujet, et puis, ainsi que je l'ai dit, j'y reviendrai dans un travail spécial. Je me borne donc à signaler en ce moment ce que l'œil peut aisément saisir.

Il peut donc y avoir dans les cellules végétales et des vacuoles réelles, et des vésicules qui ont été confondues avec ces vacuoles. J'ai déjà dit que ces vésicules concourent à la multiplication utriculaire dans certaines circonstances. J'ai surtout remarqué ce phénomène dans divers albumens, et dans l'embryon du ***Pisum sativum***, etc., où il existe simultanément avec les modes de multiplication que j'ai décrits en parlant du nucléus, et figurés planche 1, figures 29-37.

Pendant longtemps, j'ai douté que cette multiplication des cellules par les vésicules fausses vacuoles eût lieu, parce que très souvent leur existence n'est réellement que temporaire : telles sont celles que j'ai trouvées quelquefois dans les cellules de la feuille du *Pleurothallis circumplexus* (pl. 3, fig. 5, *v*, *v*), et dans les utricules du fruit du *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinella* (pl. 3, fig. 6, *v*, *v*), etc., etc. (1), et parce que, étant très petites et fort nombreuses, la plupart d'entre elles sont résorbées. Comme on ne voit point croître sous ses yeux celles qui deviennent des cellules, on n'est pas certain de leur origine quand une fois elles sont grandes et que leurs petites sœurs ont disparu. Mais, en suivant la maturation des fruits pulpeux pour y voir la résorption de l'amidon, j'ai observé que, dans plusieurs fruits, par exemple dans ceux du *Lycopersicum esculentum*, du *Solanum nigrum*, etc., les

(1) *Note de l'Auteur.* — Dans cette dernière plante, les vésicules fausses vacuoles étaient accompagnées de petites vésicules contenant des grains d'amidon.

vésicules en question offraient des dimensions très diverses. Il y en avait d'extrêmement petites, et d'autres qui atteignaient la dimension de grandes utricules. La figure 3 de la planche 3, par exemple, représente un grand nombre de ces petites vésicules *v*, *v*, renfermées dans une grande cellule, avec d'autres vésicules qui contenaient des granules rouges *c*, *c*, et un triple nucléus *n*, qui semblait avoir été renfermé dans une membrane unique (?). *p*, *p*, indique l'utricule protoplasmique (utricule primordiale), et *a*, *b*, la paroi proprement dite de la cellule. J'ai vu, de plus, que les membranes des vieilles cellules étant résorbées (on trouve quelquefois de ces cellules dont les membranes sont réduites à une minceur extrême), leur contenu liquide se trouve épanché entre les autres utricules, et avec ce liquide les vésicules dont je m'occupe, les nucléus et les vésicules à grains colorés, qui elles-mêmes prennent souvent la dimension de cellules véritables. Dans cette circonstance, nos vésicules fausses vacuoles acquièrent souvent de très grands diamètres, et elles produisent des vésicules colorées ou chromulifères. Ce sont des vésicules tirées d'un fruit du *Lycopersicum esculentum* commençant à devenir pulpeux, qui sont dessinées en *A*, *B*, *D*, fig. 4, pl. 3. Il était né déjà à la surface interne de leur membrane de petites éminences rouges de Mars, qui deviennent plus tard des vésicules chromulifères. *D*, *B*, *A*, indiquent déjà des âges différents ; les vésicules *v* sont plus jeunes que les précédentes, et ne contiennent pas encore de corpuscules rouges. Dans la vésicule ou jeune cellule *D*, on voit déjà en *v' v'* de jeunes vésicules semblables à celles qui étaient répandues dans le liquide environnant de leur mère *D*. Les figures 1 et 2 montrent des vésicules tirées d'un fruit vert encore, dont le placenta commençait à devenir pulpeux. Les vésicules de la figure 1, et la jeune cellule de la figure 2, qui ne paraissait être elle-même qu'une vésicule agrandie, étaient répandues dans le liquide de la pulpe. Les vésicules *d*, *e*, *f*, *h*, fig. 1, pl. 3, sont autant d'états de développement différents, et il paraît bien évident que la petite cellule *a*, qui contient déjà une vésicule chlorophyllienne pariétale (et c'est pour cela que je l'appelle *cellule*), est de même nature que la vésicule *h*, et par conséquent que *f*, *e* et *d*.

De plus, la cellule plus grande, elliptique *b*, a certainement la même origine que *a* et par conséquent que *d*, et il est de toute probabilité qu'il en était de même de la cellule représentée par la figure 2. On voit dans l'intérieur de cette cellule (fig. 2), outre les vésicules de chlorophylle qui contiennent des grains d'amidon, trois grandes vésicules qui avaient déjà la dimension de trois cellules, bien qu'elles ne continssent pas encore de matière colorante. Ces grandesvésicules refoulent les grains verts ou vésicules chlorophylliennes libres dans le protoplasma, lesquelles vésicules chlorophylliennes sont nées à la périphérie de la cellule mère, comme on le voit en *cc*, figure 1, dans la jeune cellule *b*.

Il paraît donc prouvé, par les exemples que je viens de citer, que les vésicules fausses vacuoles deviennent de véritables cellules. Mais les fruits pulpeux, qui ont donné ces exemples, constituaient des cas très particuliers, et cela était déjà très important; cependant il était bon de s'assurer s'il en était bien ainsi dans les cas où je les avais étudiées précédemment, dans les cellules appartenant à d'autres organes. L'albumen du *Zea Mays* m'en offrit un bel exemple qui ne laisse rien à désirer à cet égard ; car, à la multiplication par les nucléus dont j'ai parlé dans la première partie de ce travail, cet albumen joint la multiplication par les vésicules fausses vacuoles, et celles-ci ont même une bien plus grande part que les vésicules nucléaires à la production des cellules.

Dans les utricules de cet albumen naissent souvent de nombreuses vésicules (pl. 3, fig. 7, *v*, *v'*, *v"*), mais un petit nombre d'entre elles s'accroissent beaucoup ; celles qui grandissent refoulent les autres, le protoplasma et le nucléus, dans les intervalles qui les séparent, où le tout est résorbé. Ainsi, dans la figure 7, il y a un grand nombre de vésicules avec le nucléus *n* au centre de la cellule. Quelques-unes de ces vésicules *v'*, *v"* sont grandes, et, dans les intervalles qu'elles laissent entre elles, sont les vésicules plus petites *v*. Dans la figure 8, on ne voit plus que quatre grandes vésicules *v'* et une très petite *v*, refoulée avec le nucléus *n* qui est très comprimé par les grandes vésicules. La paroi de la cellule mèredisparaissant, les vésicules deviennentdes cellules. On trouve toutes les transitions dans l'albumen du Maïs. C'est de la même

manière que se multiplient les cellules de l'albumen de bon nombre de plantes, de celui du *Pinus brutia* par exemple, dont les figures 9 et 10, planche 3, représentent deux cellules; mais dans cette plante les vésicules sont ordinairement moins nombreuses à l'origine que dans celles du *Zea Mays*. Quand les vésicules sont peu nombreuses, elles ont de très bonne heure l'apparence de jeunes cellules, et c'est pour cela probablement que, dans certains cas, les anatomistes ont cru voir une division des cellules. Avec des opinions préconçues comme celles de M. Mohl, par exemple, qui repousse l'existence de tout organe vésiculiforme autre que la cellule, on peut aisément méconnaître des faits d'ailleurs très évidents.

(*La suite prochainement.*)

RECHERCHES

SUR LA

FAMILLE DES AMARYLLIDACÉES,

Par M. J. GAY.

PREMIER MÉMOIRE.

ESQUISSE MONOGRAPHIQUE DES NARCISSÉES A COURONNE RUDIMENTAIRE,

COMPRENANT :

Les Narcisses d'automne et le genre *Carregnoa*, plus un genre nouveau proposé sous le nom d'*Hesperethusa*, avec des observations sur les genres à admettre dans les Narcissées et sur la signification morphologique de la couronne dans la même tribu.

(Communiqué à la Société botanique de France dans les séances des 14 janvier et 25 février 1859.)

Les plantes dont j'ai à parler ici font partie de la tribu des Narcissées, telle qu'elle a été établie par W. Herbert (*Amaryll.*, 1837, p. 292), et bien différente de celle qu'Endlicher entendait sous le même nom (*Gen. pl.*, 1836-40, p. 178).

Cette tribu repose sur un ensemble de caractères qui manquent aux autres Amaryllidacées, ou qui s'y trouvent combinés avec d'autres éléments : *Fibres radicales très simples. Axe végétal d'une seule pièce, non organisé en sympode. Une ou plusieurs gaînes sans limbe précédant les véritables feuilles. Hampes florales axillaires (conséquence de l'axe simple). Spathe monophylle, tubuleuse-comprimée, bicarénée (les carènes continuant les angles de la hampe), s'ouvrant longitudinalement du côté qui regarde la feuille mère de la hampe. Périgone infundibuliforme, à tube bien marqué et à limbe régulier, la gorge pourvue d'une couronne tubuleuse. Filaments adnés au tube du périgone plus ou moins longuement, et de manière à y former deux étages : un inférieur pour les filaments pétalins, un supérieur pour les sépalins ; ceux-ci généralement plus longs que*

les autres (l'Ajax est le seul genre où les filaments soient de longueur égale), et se produisant au delà du tube sans contracter aucune adhérence avec la couronne. Ovaire renfermant dans l'épaisseur de ses cloisons un appareil nectarin, qui s'ouvre par trois ostioles au sommet de l'ovaire, à l'intérieur des enveloppes florales.

La tribu s'est formée à peu près exclusivement du démembrement des *Narcissus* de Linné. Haworth la divise en seize genres : *Corbularia*, *Ajax*, *Oileus*, *Assaracus*, *Illus*, *Ganymedes*, *Diomedes*, *Tros*, *Queltia*, *Schizanthus*, *Philogyne*, *Jonquilla*, *Chloraster*, *Hermione*, *Helena* et *Narcissus*, prétendant que ce sont des genres très naturels, qui seront adoptés tôt ou tard, fondés qu'ils sont sur un examen scrupuleux des caractères et sur l'expérience d'un demi-siècle (Haw., *Monogr.*, 1831, p. 1-16).

L'espérance de Haworth a été jusqu'ici bien déçue, car M. Spach est de tous les auteurs subséquents celui qui a eu le plus d'égards pour l'œuvre de l'auteur anglais, et il n'admet les seize genres de ce dernier qu'à titre de sections ou sous-genres, dont toutes les espèces sont pour lui des *Narcisses*, comme on les entendait précédemment. Le tableau monographique que M. Spach donne du genre ainsi partagé est d'ailleurs exactement calqué sur la monographie de Haworth, dont il n'est, à proprement parler, qu'une traduction française (Spach, *Hist. nat. des végét. phanérog.*, XII, 1846, p. 430-455).

W. Herbert avait, avant M. Spach, porté la hache, d'une main plus hardie, sur le travail de Haworth, et réduit presque à rien son échafaudage. W. Herbert, le grand réformateur des Amaryllidacées, n'admet les divisions génériques de Haworth, avec leur circonscription originelle, que pour le *Corbularia* et le *Narcissus* (ce dernier restreint au *N. poeticus* et aux deux espèces les plus voisines); *Oileus* rentre pour lui dans *Ajax*; *Assaracus* et *Illus*, dans *Ganymedes*; *Diomedes*, *Tros*, *Schizanthus*, *Philogyne* et *Jonquilla*, dans *Queltia*; *Chloraster*, dans *Hermione*; et *Helena*, dans *Narcissus*. De sorte que, pour W. Herbert, les seize genres de Haworth se trouvent réduits à six : *Corbularia*, *Ajax*, *Ganymedes*, *Queltia*, *Narcissus* et *Hermione* (W. Herb., *Amaryll.*, 1837, p. 296-329).

Kunth, venu plus tard, a conservé intacts les cadres tracés par son devancier, et il s'est contenté d'en enrichir le contenu par un travail qui n'est point sans mérite, quoique en majeure partie compilatoire (Kunth, *Enum.*, V, 1850, p. 704-758).

Huit ans après, M. Parlatore arrive avec un tableau fait à neuf et consciencieusement élaboré des Narcissées d'Italie. Les genres *Corbularia* et *Ganymedes* n'y figurent point, attendu que ce sont des types occidentaux qui manquent à la péninsule italique. Mais l'auteur a des matériaux pour les quatre autres genres de Herbert, et il en admet trois, comprenant l'*Hermione* dans le *Narcissus*, et restreignant le *Queltia* aux seuls *N. incomparabilis* et *odorus*. Les Narcissées d'Italie se composent donc pour M. Parlatore des trois genres *Ajax*, *Queltia* (modifié comme je viens de le dire) et *Narcissus*, embrassant l'*Hermione* de Herbert (Parlat., *Fl. ital.*, III, I, 1858, p. 106-160).

Je décrirai plus loin, sous le nom d'*Aurelia*, un genre nouveau qui fait partie du même groupe, auquel il faut encore rattacher, suivant moi, le *Carregnoa*, genre que Herbert et Kunth rapportent, sous le nom de *Tapeinanthus*, à la section *Sternbergieæ* dans la tribu *Amaryllideæ* des vraies Amaryllidées. Le groupe des Narcissées se composerait donc aujourd'hui des sept genres *Corbularia*, *Ajax*, *Queltia*, *Ganymedes*, *Narcissus*, *Aurelia* et *Carregnoa*.

Quel est le mérite de ces genres ? On en jugera par le tableau suivant, dans lequel j'ai résumé les principaux caractères de chacun d'eux.

Tube floral largement obconique ; limbe largement ouvert ; couronne au moins aussi longue que le limbe ; filaments soudés avec le tube par leur base seulement, libres dans tout le reste de leur longueur.

Filaments ascendants, égalant à peu près la couronne : CORBULARIA.

Filaments droits, d'égale longueur, trois fois au moins plus courts que la couronne : AJAX (1).

(1) M. Parlatore se trompe, je crois, lorsqu'il cherche un autre caractère de l'*Ajax* dans l'anthère fixée au filament par l'échancrure de sa base (Parlat., *Fl.*

Tube cylindrique, peu ou point renflé au sommet ; limbe réfléchi, à la manière des *Cyclamen ;* couronne très longue, égalant à peu près le limbe ; filaments soudés au tube de manière à former deux verticilles libres dans la moitié supérieure du tube, ceux du verticille inférieur inclus, ou peu saillants, ceux du verticille supérieur plus longs, égalant quelquefois ou même dépassant la longueur de la couronne : GANYMEDES.

Tube étroitement obconique, passant à la forme cylindrique; limbe largement ouvert; couronne de moitié plus courte que le limbe ; filaments soudés au tube de manière à former deux verticilles libres dans la moitié supérieure du tube, ceux du verticille inférieur plus longs, aucun d'eux ne dépassant le sommet du tube : QUELTIA.

Tube cylindrique ; couronne généralement beaucoup plus courte que le limbe, au moins de moitié ; filaments soudés au tube, de manière à former deux verticilles libres dans la moitié supérieure du tube.

Limbe largement ouvert ; couronne quelquefois rudimentaire; tous les filaments inclus ; ou les supérieurs peu saillants : NARCISSUS.

Limbe relevé en cloche ; couronne rudimentaire ; les filaments inférieurs inclus, les supérieurs atteignant le tiers du limbe : AURELIA.

Tube obconique, très court ; limbe dressé, en forme de cône renversé, quatre ou cinq fois plus long que le tube ; couronne rudimentaire ; fila-

ital., III, I, p. 107 et 109). Dans l'*Ajax*, comme dans toutes les autres Narcissées, les deux loges de l'anthère sont réunies par un étroit et mince connectif qui s'arrête un peu en deçà de la base de l'anthère, où les deux loges prolongées forment une échancrure. Mais ce n'est point par cette échancrure que le filament saisit l'anthère, c'est par un point plus élevé et par son dos, de sorte que l'anthère ayant 12^{mm} de longueur et son échancrure basilaire 2^{mm}, c'est à 4^{mm} de la base des loges que le filament s'attache à l'anthère. C'est là ce qu'on voit dans l'étamine encore vierge, avec les mesures et proportions que je viens d'indiquer. Plus tard, et après la déhiscence, l'échancrure peut bien se prolonger par déchirement et atteindre le point d'attache de l'anthère, de manière à faire paraître celle-ci fixée par sa base. Mais ce n'est qu'une apparence qui ne change rien à l'état réel des choses. Le seul fait qui vaille la peine d'être remarqué, c'est qu'ici le filament saisit l'anthère par son tiers inférieur, tandis que dans la plupart des autres Narcissées, c'est par un point qui touche de très près à son milieu.

ments soudés au tube de manière à former deux verticilles fixés l'un à la base, l'autre au sommet du tube, tous ces filaments très saillants et dépassant les deux tiers du limbe : CARREGNOA.

On voit, par ce tableau, que la plupart des sept genres ont quelque chose d'important qui leur est propre et qui peut fort bien les caractériser comme genres. Le *Corbularia* est remarquable entre tous par ses filaments ascendants; le *Corbularia* et l'*Ajax* le sont par leurs filaments libres presque à partir de la base du tube; le *Carragnoa* l'est par son limbe floral dressé en cône renversé et par ses filaments formant deux verticilles aux deux extrémités d'un tube très court; l'*Aurelia* par son limbe floral relevé en cloche; le *Narcissus*, enfin, par ses deux verticilles staminaux superposés dans la moitié supérieure du tube. Le *Ganymedes* diffère du *Narcissus* par des caractères moins importants, limbe réfléchi, couronne très grande, filaments supérieurs très saillants, égalant presque ou même dépassant la couronne; j'estime néanmoins qu'il doit aussi être conservé comme genre. Quant au *Queltia*, réduit, comme le propose M. Parlatore, aux deux espèces *incomparabilis* et *odora*, il ne se distingue du *Narcissus* que par le caractère tout à fait insignifiant de son tube floral plus évasé dans le haut, c'est-à-dire plus conique, moins cylindrique, d'où il suit que, pour moi, c'est un élément à réintégrer purement et simplement dans le genre *Narcissus*.

Groupe des Narcisses à couronne rudimentaire.

Quoi qu'il en soit de ces distinctions génériques, il y a dans le genre *Narcissus*, tel qu'il est aujourd'hui circonscrit par M. Parlatore, un groupe très naturel qui se compose exclusivement d'espèces automnales et à fleurs blanches ou vertes, groupe que Herbert, Kunth et M. Parlatore ont parfaitement reconnu, sans pouvoir lui assigner d'autre caractère que sa floraison tardive. Ces plantes ne sauraient, dans aucune classification, être séparées les unes des autres; Haworth est le seul auteur qui ait été assez mal inspiré pour en détacher une (le *Narcissus viridiflorus* Schousb.), sous le titre générique de *Chloraster*.

Kunth, qui a fidèlement recueilli les traditions de ses devanciers, énumère comme faisant partie de ce groupe : ***Hermione elegans*** Haw., ***H. serotina*** Haw., ***H. autumnalis*** Rœm., ***H. æquilimba*** Herb., ***H. obsoleta*** Haw., ***H. deficiens*** Kunth et ***H. viridiflora*** Haw. (Kunth, ***Enum.***, V, p. 748-751). Mais de cette richesse apparente il y a beaucoup à rabattre. L'***Hermione æquilimba*** Herb., d'après la figure qu'en donne l'auteur (***Amaryll.***, tab. 48, fig. 1), appartient évidemment à la section toute différente du ***N. Tazetta.*** L'***H. autumnalis*** Rœm. n'est, de son côté, qu'un synonyme pur et simple de l'***H. elegans.*** Il en est à peu près de même de l'***H. deficiens*** Kunth (***Narcissus deficiens*** Herb.), qui ne diffère de l'***Hermione serotina*** que par un caractère insignifiant de la couronne, organe éminemment variable dans cette espèce. Enfin l'***H. obsoleta*** n'a d'autre base qu'une horrible figure du ***Paradisus terrestris*** de Parkinson, dans laquelle il est permis de reconnaître encore l'***Hermione serotina***, en tenant compte de la barbarie tout exceptionnelle qui distingue les gravures sur bois de cet ouvrage. Ces retranchements opérés, il ne reste plus que trois espèces dans le groupe des Narcisses d'automne, savoir : ***Narcissus elegans***, ***N. viridiflorus*** et ***N. serotinus.***

Je ne connais le second que par la description et la figure de Schousboe (Marokk., 1800, p. 157, tab. 2), et par la table 1687 du ***Botanical Magazine***, d'où il ressort que c'est une espèce très voisine du ***N. elegans***, quoique très remarquable par ses fleurs vertes. Quant aux ***N. elegans*** et ***serotinus***, je puis en parler en toute connaissance de cause, grâce aux plantes vivantes qui récemment m'ont été envoyées d'Oran par M. Munby, et dans lesquelles j'ai pu reconnaître tous les caractères essentiels de la végétation, grâce aussi aux nombreux échantillons des deux espèces que j'ai pu comparer dans plusieurs des grands herbiers de Paris. Je me propose de montrer ici, d'abord, qu'indépendamment de leur floraison automnale, les deux plantes ont dans leur organisation plusieurs caractères communs qui leur sont propres, et qui, bien que minutieux en apparence, permettront de les caractériser comme groupe particulier et naturel du genre ***Narcissus***, tel que l'entend M. Parlatore. Je signalerai ensuite un caractère singulier

de végétation par lequel les mêmes plantes diffèrent l'une de l'autre, et qui est resté à peu près complétement inaperçu jusqu'à ce jour.

Caractères de la végétation communs aux *Narcissus elegans* et *serotinus*.

Dans le *N. elegans*, la pousse de l'année, observée au moment de la floraison, se compose d'abord de deux ou trois gaînes sans limbe, emboîtées les unes par les autres, à sommet tronqué, et de longueur successivement croissante, la seconde plus longue que la première et la troisième plus que la seconde, ces trois gaînes se succédant dans l'ordre alterne-distique. Après les gaînes vient une véritable feuille, qui continue l'ordre précédent et acquiert tout son développement pendant la floraison, feuille à base courtement tubulée, et à limbe glauque, linéaire-subulé, fortement canaliculé en dessus. A l'intérieur du tube basilaire de cette feuille, sont un scape floral, le seul que la plante doive produire dans sa période actuelle de végétation, et un minime bourgeon foliaire préparé pour l'année suivante, ces deux parties tellement placées que le bourgeon semble logé dans l'aisselle de la feuille, tandis que la hampe semble appliquée au côté ventral de la même feuille. On croirait qu'il en est ici comme de beaucoup d'Amaryllidées, où le scape est terminal, et où l'axe, constitué en sympode, se continue par un bourgeon axillaire. Mais un examen attentif montre bientôt qu'ici le bourgeon n'est point réellement axillaire, puisque sa première feuille, la seule de ses parties qui soit encore visible et qui forme un tube ouvert au sommet seulement, a son ouverture tournée, non du côté de la feuille supposée mère, mais du côté opposé, c'est-à-dire du côté de la hampe. Or c'est ainsi que se comporte le bourgeon vraiment terminal dans toutes les autres Narcissées, où il tourne le dos à l'avant-dernière feuille, faisant face au scape floral. Quant à la hampe florale, elle n'est extra-axillaire qu'en apparence. Partout ailleurs dans les Narcissées, cette hampe sort de l'aisselle d'une feuille dimidiée, qui est toujours opposée face à face à la feuille parfaite et à base tubulée qui a précédé. Ordinairement développée en un limbe

vert, cette feuille dimidiée est quelquefois réduite à une simple écaille difficile à apercevoir (exemples *Ajax Pseudo-Narcissus* et *N. Tazetta*). Cette feuille peut manquer tout à fait, puisqu'elle a une tendance si évidente à l'avortement. Elle manque complétement dans le *N. elegans*, ou du moins je n'ai pas su en reconnaître la moindre trace dans les quatre bulbes de cette plante que j'ai successivement analysés à l'état frais. Supposez cette feuille rétablie, la pousse annuelle du *N. elegans* se trouvera composée de 4 ou 5 organes foliaires, se suivant sans aucune interruption dans l'ordre alterne-distique, avec une inflorescence dans l'aisselle de la feuille supérieure, inflorescence immédiatement suivie par le bourgeon terminal, dont le propre, en cas de succession immédiate, est de faire face au scape par sa première feuille. Il est impossible d'expliquer autrement l'anomalie que présente le *N. elegans*, mais l'absence complète de la feuille florale n'en est pas moins un fait remarquable qui peut être employé à caractériser le groupe dont cette plante fait partie. L'étude du *N. serotinus* m'a effectivement appris qu'avec des circonstances un peu différentes, le sommet de l'axe, dans cette plante, offrait exactement la même défectuosité.

Un autre caractère commun aux deux espèces réside dans la base tubuleuse et charnue des feuilles, qui est destinée à devenir tunique succulente, et qui, épuisée par le temps, se transformera en une simple membrane sèche et sans vie. A la base intérieure de ces dernières membranes, on remarque, en effet, de nombreuses séries longitudinales de points blancs qui se détachent élégamment sur le fond brun ou noirâtre de la membrane, et qui paraissent manquer dans sa moitié supérieure. Ces points blancs doivent leur origine à des cellules allongées d'une nature particulière, faisant partie du parenchyme de la feuille, ici détruit en majeure partie, et mis à nu par la disparition de l'épiderme qui recouvrait la face intérieure. A ma prière, M. le docteur Weddell a bien voulu examiner microscopiquement ces cellules dans les tuniques encore fraîches de quelques autres Narcissées où elles ont les mêmes apparences, et il les a trouvées remplies de paquets de raphides ou cristaux. Les cellules à raphides sont, comme chacun sait, très

communes dans les tissus végétaux ; mais il est rare de les voir distribuées comme ici en séries nombreuses et régulières. Le *Carregnoa* (où elles ont été étudiées par M. Weddell), le *Corbularia* et le *Ganymedes*, en fournissent d'autres exemples parmi les Narcissées ; mais je ne les ai pas rencontrées ailleurs dans les plantes de cette tribu (1).

La manière dont les scapes floraux se comportent dans le travail de la dessiccation fournit un dernier trait, bien insignifiant sans doute, par lequel nos deux plantes se montrent étroitement alliées. A l'état frais, ces scapes n'offrent rien d'autre qu'un cylindre plein, et sans aucune irrégularité de contour. Mais secs, tels qu'on les trouve dans nos herbiers, on y remarque très souvent des nœuds écartés au nombre de 1 à 5, et semblables à ceux des Joncs dits articulés, semblables en apparence, et ayant pourtant une toute autre orgine, puisqu'ils proviennent, dans les Joncs, de diaphragmes intérieurs qui manquent complétement à nos Narcisses. Je n'aperçois pas la cause de ce phénomène du retrait inégal des tissus du scape ; mais le fait existe, et il avait d'autant plus de droit à être mentionné ici, qu'il a été représenté par Clusius dans sa figure du *N. serotinus* (*Hisp.*, p. 252 ; *Hist. pl.*, p. 162), puis reproduit avec exagération dans une figure de Parkinson (*Parad.*, p. 88, fig. 3), et enfin rappelé maintes fois par les auteurs subséquents, Miller, Tenore, Haworth et autres, qui décrivent le scape du *N. serotinus* comme articulé. Herbert, qui en donne une figure singulièrement exagérée (*Amaryll.*, tab. 41, fig. 30), pense que ces faux nœuds proviennent des œufs ou des larves d'un très petit insecte, déposés dans l'intérieur du scape, ce qui ne me paraît nullement probable. Les auteurs que je viens de citer semblent croire que ces nœuds sont un attribut particulier du *N. serotinus*. Peut-être y sont-ils plus communs ; mais ils existent certainement aussi dans le *N. elegans*, et quelquefois très forte-

(1) Depuis que ceci est écrit, j'ai retrouvé la même particularité dans les *Narcissus Tazetta*, *Jonquilla*, *juncifolius* et *dubius* (quatre vrais Narcisses), où elle est encore mieux marquée, les rangées de points blancs y étant plus nombreuses et visibles sur toute la longueur de la tunique, ce qui réduit de beaucoup la valeur que j'avais d'abord attachée à ce caractère.

ment marqués, comme je l'ai vu dans un échantillon récolté par Bové aux environs d'Alger.

Les deux plantes qui m'occupent ont donc pour caractères communs : 1° floraison automnale ; 2° défaut de feuille mère à la base du scape floral ; 3° cellules à raphides nombreuses, disposées en séries longitudinales dans le parenchyme de la base des feuilles, et visibles à l'œil nu, sous la forme de points blancs, à la base de la face interne des tuniques sèches ; 4° scape floral plein et cylindrique à l'état frais, subissant par la dessiccation un retrait particulier et inégal, qui souvent le fait paraître marqué de nœuds inégalement espacés.

Le *N. serotinus* est très ordinairement privé de feuilles.

J'ai dit en quoi les deux espèces s'accordent principalement. Il me resterait à dire en quoi elles diffèrent. Les auteurs qui m'ont précédé ont trouvé dans l'inflorescence, dans la forme des lanières du périgone, dans la couronne, etc., des différences palpables, qui séparent à tout jamais les deux plantes. Je les récapitulerai plus loin, et il est inutile que je m'y arrête ici. Mais les mêmes auteurs parlent d'un autre caractère qui distinguerait les deux espèces. Suivant eux, les feuilles seraient hystéranthiées dans le *N serotinus*, et synanthiées dans le *N. elegans*. Or je crains que cette assertion ne repose sur une grande erreur de fait, et c'est ce que je vais essayer de démontrer.

Dans le *N. serotinus*, où la hampe florale est dépourvue de feuille mère comme dans le *N. elegans*, la pousse de l'année est d'ailleurs autrement composée. Elle commence par une gaîne sans limbe, à sommet tronqué ; puis vient une autre gaîne, incluse dans la première, tantôt tronquée comme la précédente, et alors trois ou quatre fois plus courte, tantôt prolongée en une lame blanche et finement membraneuse, qui simule un limbe sans être une véritable feuille, et qui jamais n'atteint le sommet de la gaîne précédente. Au delà on ne trouve plus rien que le scape floral et le bourgeon terminal, tous deux dans la même position relativement à la gaîne n° 2, que les mêmes parties vis-à-vis de la feuille véri-

table et unique du *N. elegans*. Par conséquent, point de feuille verte, au moins dans les quatre bulbes, adultes et florifères, qui me sont venus d'Oran, et que j'ai pu analyser vivants : je dis adultes, puisqu'il n'est pas un seul de ces bulbes dans lequel je n'aie reconnu, indépendamment du scape floral actuellement développé, les restes d'une ou de deux anciennes inflorescences, sans compter une ou deux inflorescences plus anciennes, dont il serait possible de retrouver les traces parmi les tuniques épuisées et de nature scarieuse, qui persistent en grand nombre autour de l'oignon.

Tel est le *N. serotinus* dans son état adulte; mais il en est autrement de la jeune plante, lorsqu'elle n'a pas encore porté fleur. C'est ce que j'ai pu reconnaître de mes propres yeux dans un faible bulbille, mêlé aux bulbes florifères que m'envoyait M. Munby. Deux tuniques de l'année précédente et de consistance semi-charnue formaient la seule enveloppe de ce bulbille. A ces tuniques succédait un entre-nœud solide, grêle, de forme conique, et long de 10 millimètres sur 3 de largeur basilaire, ce qui est probablement une anomalie analogue à celle qu'Irmisch a signalée dans le *Leucojum vernum* (*Knollen-und Zwiebelgew.*, tab. 7, fig. 10 et 11). La végétation nouvelle continuait et couronnait le sommet du cône, composée de deux gaînes, à sommet tronqué, longues de 10 et 16 millimètres, la seconde plus longue que la première; les feuilles longues successivement de 3 et 8 centimètres, dépassant par conséquent de beaucoup les gaînes sans limbe, à base plus ou moins longuement tubulée, avec limbe vert, cylindrico-subulé, et large d'à peine 1 millimètre, par conséquent très différentes de la feuille unique du *N. elegans*, dont le limbe, large de 2 ½ à 3 millimètres, est profondément canaliculé en dessus. A côté de cet appareil central continuant l'axe primaire, et naissant pareillement du sommet du long entre-nœud déjà décrit, était (autre anomalie) un minime bulbille de second ordre, dans lequel j'ai pu reconnaître une fibre radicale descendante, une gaîne sans limbe, ouverte au sommet du côté de l'axe, et une feuille verte, plus courte que celles de la pousse principale. Les deux appareils, primaire et secondaire, étaient sans doute terminés par un rudi-

ment de bourgeon; mais la ténuité des parties à disséquer ne m'a pas permis de le mettre à nu.

Telles sont mes observations faites sur le vif, d'où il suivrait qu'avant d'avoir fleuri, le bulbe du *N. serotinus* porte une ou deux feuilles, précédées d'une ou deux gaînes sans limbe, tandis que ce même bulbe, adulte et florifère, ne porte plus aucune feuille, réduit qu'il est à deux gaînes sans limbe.

Voyons maintenant ce que disent les auteurs; je parle des auteurs, en très petit nombre, qui, distinguant le *N. serotinus* du *N. elegans*, ou décrivant indubitablement le premier, ont touché la question de ses feuilles. Je transcris mot à mot ces témoignages dans l'ordre inverse de leur affinité avec mes propres observations :

« Folia post anthesin progredientia, fere ut in *Scilla autumnali*. » (Haw., *Monogr.*, 1831, p. 13.)

« Les feuilles sont toujours synanthiées dans cette espèce (*N.* » *oxypetalus* = *N. elegans*), ce qui n'arrive que rarement dans » le *N. serotinus*. » (Boiss., *Voy. bot. Esp.*, 1839-45, p. 606.)

« Folia vere hysteranthia, cylindrico-filiformia, interdum cum » e terra erumpunt semiteretia. » (Bianca in Guss., *Fl. sic. synops.*, II, 2, 1844, p. 810.)

« Feuilles solitaires ou géminées, étroitement linéaires et presque » filiformes, canaliculées en dessus, plus courtes que la tige, ne » paraissant ordinairement qu'après les fleurs. » (Gren. et Godr., *Fl. de Fr.*, III, 1, 1855, p. 258.)

« Folia hysteranthia, junciformia, glaucescentia, erecta, scapo » breviora. » (Parlat., *Fl. ital.*, III, 1, 1858, p. 157.)

Voilà cinq auteurs qui décrivent le *N. serotinus* comme muni de feuilles et de feuilles hystéranthiées. Bianca et Parlatore les disent cylindrico-filiformes, comme j'ai vu celles des jeunes bulbilles. M. Grenier les désigne comme canaliculées en dessus, ce qui semble emprunté au *N. elegans*, qui pourtant ne vient pas en Corse (1). Quoi qu'il en soit, ces textes montrent qu'aucun des

(1) Le *Narcissus serotinus* a été indiqué en Corse par tous les floristes français qui se sont succédé depuis l'année 1827 (Lois., *Nouv. not.*; p. 14. Ejusd.

cinq auteurs n'avait connaissance du phénomène que je signale ici.

« Bulbus..... si primum florem profert, foliis destitutus est. Va- » gina sola tubulosa membranacea scapum ambit. Dein folia pro- » germinant, sesquipollicem aut duos pollices longa. » (Curt. Spreng., *Neue Entdeck.*, II, 1821, p. 8.) — Les mots *si primum florem profert* sont quelque peu ambigus. On pourrait croire que la plante est dépourvue de feuilles lorsqu'elle fleurit pour la première fois, *primum* étant alors adjectif; mais la suite montre clairement que ce mot doit être pris comme adverbe, de manière à signifier *au commencement de la floraison*. De sorte que voilà un sixième auteur qui n'a rien vu de ce que j'expose ici.

« Nascitur plurimus ad Anam flumen in Turdulis (1) ubi floren- » tem, et suis capitulis jam maturescere incipientibus, eruebam sub

Fl. gall., ed. 2ª, I, p. 237; Duby *Bot. gall.* I, p. 456; Gren. et Godr., *Fl. de Fr.*, III, p. 258). Mais les caractères qu'ils indiquent, *scape uni ou multiflore* (Lois. et Duby), *fleurs de une à trois*, *rarement plus* (Gren.), *feuilles canaliculées en dessus* (Gren.), *divisions périgoniales lancéolées ou lancéolées-linéaires*, *aiguës ou acuminées*, *mucronées* (Gren.), ont pu faire croire qu'ils prenaient le *N. elegans* pour le *N. serotinus*, ou que les deux plantes venaient en Corse. Mais il n'en est rien. J'ai en ce moment sous les yeux tous les échantillons que M. Moquin-Tandon possède dans son riche herbier de Corse, et qui pourraient être rapportés à l'une ou à l'autre de ces espèces, échantillons récoltés en différents temps par Soleirol, Serafino, Requien et M. Moquin-Tandon lui-même. Ils sont au nombre de 86, provenant les uns de Bonifacio, les autres du cap Rivelata près Calvi, et de l'île Rousse au nord-est de Calvi (c'est-à-dire exclusivement de la côte occidentale de l'île, y compris son extrémité méridionale), et je puis attester qu'ils appartiennent tous au vrai *N. serotinus*, tel qu'il est partout ailleurs. Le scape floral y est ordinairement uniflore, rarement biflore et jamais triflore. Les échantillons biflores, au nombre de 7 sur 86 (1 sur 12 environ), ont été récoltés parmi les uniflores, 5 à Bonifacio, un au cap Rivelata et un à l'île Rousse. Ailleurs, les deux espèces viennent souvent ensemble, mais en Corse et en Sardaigne, comme en Grèce et en Espagne, on n'a jusqu'ici rencontré que le *N. serotinus*.

(1) Les *Turduli* étaient une peuplade de la Bétique, dont le territoire s'étendait au nord jusqu'à Mérida, sur le fleuve *Anus*, aujourd'hui Guadiana (D'Anville, *Géogr. anc.*, 1768, I, p. 44). Il est donc très probable que Clusius désigne ici l'Estramadure espagnole, c'est-à-dire la même contrée où, 170 ans plus tard, Lœfling devait récolter notre plante, en se rendant de Lisbonne à Madrid.

» Octobris finem, nullis e bulbo natis foliis, nec ulla eorum vesti-
» gia observans, quod sane mihi admirationi fuit. » (Clus., *Hist.*, 1601, p. 162.) — Clusius était un auteur exact, qui ne pouvait confondre une plante sans feuilles avec une plante à feuilles hystéranthiées. Il dit n'avoir vu aucune trace de feuilles sur le bulbe fleurissant ou fructifié du *N. serotinus*, ce qui est parfaitement conforme à mon observation. Mais pour trouver ce premier témoignagne concordant, il m'a fallu remonter presque à l'origine historique du *N. serotinus*, deux cent cinquante-huit années en arrière du jour où j'écris ces lignes!

Ce n'est pas le seul témoignage que je puisse invoquer en faveur de mon observation : *Uno avulso non deficit alter..... aureus.* Une lettre de M. Munby, datée d'Oran le 23 novembre dernier, m'en fournit un second bien plus complet et plus explicite. *Après avoir cultivé la plante dans un pot pour étudier ses feuilles et ses fruits*, M. Munby m'écrivait, sans commentaire ni développement aucun, ces simples paroles : « *Le* Narcissus serotinus, *quand il*
» *fleurit, ne possède pas de feuilles ; les jeunes bulbes qui ne fleu-*
» *rissent pas en ont.* » Le second membre de la phrase explique ce que le premier pourrait avoir de douteux. M. Munby veut dire non-seulement que le bulbe adulte et florifère est dépourvu de feuilles, mais encore qu'on trouve des feuilles sur les bulbilles non encore mûris pour la production florale. Or c'est précisément à ce double fait que m'ont conduit mes propres observations, quant aux cinq bulbes, un jeune et quatre adultes, que j'ai pu étudier vivants dans tous leurs détails.

Là n'est pourtant point encore toute la vérité sur la végétation du *N. serotinus.* J'ai dit que, dans cette espèce, le scape floral était immédiatement précédé d'une gaîne beaucoup plus courte que la précédente, et quelquefois munie d'un faux limbe. C'est une feuille avortée qui est destinée à rester telle, mais qui, dans certaines circonstances favorables, pourra très bien se développer en vraie feuille, et c'est effectivement ce qui arrive quelquefois, mais si rarement, qu'il y a lieu de dire qu'ici l'exception confirme la règle. L'exception est même si rare, qu'après avoir tenu, un à un, 162 échantillons de la plante (86 dans l'herbier corse de M. Mo-

quin-Tandon, 39 dans l'herbier de M. Cosson, 33 dans le mien, et 4 dans la collection grecque de Chaubard (celle-ci dans l'herbier de M. Delessert), je n'ai pu en trouver que trois exemples, provenant l'un du cap Rivelata près Calvi, l'autre de Bonifacio, et le troisième de Morée. Là était une véritable feuille, succédant à une gaîne sans limbe, et trois ou quatre fois plus longue que cette gaîne, feuille filiforme, accompagnant l'inflorescence, et tantôt d'égale longueur, tantôt de moitié plus courte, et en tout cas synanthiée comme la feuille beaucoup plus robuste du *N. elegans*. Il est à remarquer que, dans l'échantillon de Bonifacio, la feuille, exceptionnellement développée, était marquée de trois nœuds espacés, comme le scape floral lui-même.

En voilà plus qu'il n'en faut pour montrer que les auteurs cités plus haut, tous à l'exception de Clusius, ont méconnu le vrai caractère de la végétation du *N. serotinus*. L'un d'eux se trompe, lorsqu'il attribue à cette plante des feuilles canaliculées en dessus, ce qui n'appartient qu'au *N. elegans*. C'est à tort aussi, il le paraît du moins, que la plupart d'entre eux disent les feuilles hystéranthiées, puisque je les ai vues synanthiées dans les trois seuls échantillons où elles se soient montrées à moi. Mais la grande erreur qui leur est commune à tous, c'est d'avoir admis cette plante, au moins par leur silence, comme toujours accompagnée de feuilles, lorsqu'il résulte des nombreux matériaux que j'ai eus sous les yeux, que son bulbe florifère n'est feuillé qu'une fois sur cinquante-quatre, et que par conséquent il doit être tenu pour normalement aphylle, ce qui, dans la famille des Amaryllidacées, comme dans toutes les familles voisines, est un fait tout à fait extraordinaire.

Je résume et complète ce qui précède par le tableau monographique des trois Narcisses d'automne, suivi de la description des deux autres genres dont j'ai parlé plus haut, et qui appartiennent à la même tribu, genres qui touchent aux Narcisses d'automne par leur couronne rudimentaire, quoique d'ailleurs très distincts.

NARCISSUS § SECT. AUTUMNALES.

Scapi floralis matrix folium nullum. Scapus partium retractione quadam peculiari et inæquali per intervalla sæpissime nodosus (ut fere Juncorum sic dictorum articulatorum). Aridæ membranæ, bulbum quæ imbricatæ vestiunt, latere interiore punctis albidis in series longitudinales frequentissimas ordinatis (indicio cellularum subcutanearum raphididibus plenarum) per lentem affabre pictæ. — *Flores erecti, non nisi rarissime inclinati. Perigonii laciniæ angustæ, stellatim patentes. Corona omnium congenerum minima (quam ob rem alia plantarum* obsoleta, *alia* deficiens *nuncupata), cæterum varia admodum. Folia paucissima, filiformia vel subulata.*

1. NARCISSUS ELEGANS Spach.

Bulbus uni-rarissime bifoliatus, foliis vaginas 2 vel 3 aphyllas apice truncatas perque gradus longiores excipientibus, synanthiis, subulatis, facie eximie canaliculatis. Scapus 2-7 florus. Perigonii laciniæ candidæ, lineari-lanceolatæ, acutissimæ. Corona flavescens, 2 mm. longa, sæpius conica, integerrima et truncata, passim (*N. oxypetalus* Balans., *Alg. exsicc.!* n. 238, ex Oran) annularis et sinuato-lobata. Filamenta petalina perigonii tubo usque ultra medium tubum adnata, parte libera brevissima, unum tantum millim. longa. Ovula in loculis 9-16, biseriata. Capsula (teste Parlatoreo) oblonga.

Narcissus serotinus Desf., *Atl.* (1800), I, p. 283, *tab.* 82, *fig. dextr.* (*excl. sinistr.*) *et herb.*! (*ex toto*). — Schousb., *Marokk.* (1800), p. 156. — Biv., *Sic. pl. cent.*, 1ª (1806), p. 55. — Guss., *Fl. sic. prodr.*, I (1827), p. 393. — Bertol., *Fl. ital.*, IV (1839), p. 15 (*partim et cum genuino* N. serotino *permixtus*). — *Non Linn.*

N. serotinus β multiflorus Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 979. — Chaub. et Bory, *Nouv. Fl. du Pélop. et des Cycl.* (1838). p. 22, n. 542.

Hermione elegans Haw., *Monogr. in Sweet. Brit. flower Gard.*, ser. 2ª, t. I (1831), p. 13, n. 51. — W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 325, tab. 41, fig. 27, et p. 407. — Rœm., *Amar.* (1847), p. 231. — Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 748 (*excl. syn. 4 postremis, Willde-*

nowii nempe, Haworthii, Rœmeri et Lagascæ ad plantam quæ diversissimam spectant). — Todaro, *Ind. sem. hort. panorm. ad ann.* 1857, p. 43 (*cum notulis ad synonymiam spectantibus*).

Narcissus autumnalis Link., *Symbol. ad Fl. græc. in Linnæa*, IX (1835), p. 569.

N. oxypetalus Boiss., *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 606 (*fasc.* 19°, *qui ann.* 1842 *die* 1ª *Martii publici juris factus*).

N. cupanianus Guss., *Fl. sic. synops.*, I (1842), p. 382; II, 2 (1844), *Add.*, p. 810.

N. elegans Spach, *Hist. nat. végét. phanérog.*, XII (1846), p. 452. — Parlat., *Fl. ital.*, III, 1 (jul. 1858), p. 159.

Hermione autumnalis Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 231. — Kunth, *Enum.* V (1850), p. 749.

Patria : Ager tingitanus (Schousb.). Algeria littoralis tota quanta ! et Constantina !. Siciliæ provinciæ *Val di Mazzara*, ager scil. parnomitanus (Tin. ! et Tod. ! in herb. Coss.), et *Val di Noto*, nominatim inter Cataniam et Syracusas (Link). Apuliæ neapolitanæ et Principatus citerioris loca quædam, *Granatelli, Eboli* et *Capacoio* (Parlat.). Etruria denique australis maritima circa *Campiglia* (Carboncini in herb. P. Savii, teste Parlat.). — Floret Octobri et Novembri.

β intermedius.

Statura, bulbo unifoliato, scapo bifloro et corona conica integerrima quadrat cum *N. elegante*, perigonii laciniis oblongo-ellipticis, obtusiusculis, exterioribus longiuscule mucronatis cum *N. serotino*, inter ambos quasi intermedius.

Narcissus serotinus Schousb., *Marokk.* (1800), p. 156 (*ex parte, petala enim « lineari-lanceolata, aliquando elliptica et acuminata » describit auctor, quibus verbis ultimis nostrum β indigitare videtur, dum priora « lineari-lanceolata » ad* N. elegantem *sine dubio spectant*).

Hermione obsoleta W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 328, tab. 41, fig. 28 (*ic. deducta ab specimine tingit. herb. Benth., quod specimen verisimiliter idem est ac nostrum Salzmannianum*). — Ejusd. in *Bot. Reg.*, XXXIII (1847), tab. 22, fig. 3 (*ic. ex specimine eodem herbarii Benthamiani, bulbo unifoliato, spatha biflora*, etc.).

Narcissus serotinus Salzm., *Pl. tingit. exsicc.* ! *ann.* 1825.

Habitat circa Tingidem, Novembri florens (Salzm. !).

2. NARCISSUS VIRIDIFLORUS Schousb.

Bulbus uni- bi-vel? plurifoliatus, foliis synanthiis, teretibus, fistulosis. Scapus multiflorus (in icone Schousb. 4 florus). Perigonii laciniæ cinereo-virides, lineari-lanceolatæ, acutissimæ. Corona minima, concolor, sexpartita (repando-sexlobata ex icone), laciniis leviter emarginatis. Capsula subrotunda. — Hæc omnia ex Schousb., ubi tamen observandum bulbum verisimiliter nunquam occurre plus quam bifoliatum, nisi adnumeratis foliis bulbilli cujusdam inter tunicas easdem captivi. — Statura, habitus et inflorescentia omnino *Narcissi elegantis*, a quo foliis teretibus, fistulosis, floribus viridibus, corona repando-sexlobata et capsula subrotunda dignoscendus. — Rarissima planta, nobis nondum visa.

Narcissus juncifolius autumnalis flore viridi Park., *Parad. terr.* (1629), p. 94, fig. 6 (quæ rudissima). Unde derivati sequentes :

Chloraster integer Haw., in *Philos. Mag. et Journ.*, febr. 1824, p. 104. — Ejusd. *Monogr.* (1831), p. 7, n. 2. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 214.

Narcissus Chloraster Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 981.

Hermione viridiflora var. 2 *integra* W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 329. — Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 751.

Narcissus integer Spach, *Hist. nat. végét. phanérog.*, XII (1846), p. 453.

Narcissus viridiflorus Schousb., *Marokk.*, fasc. 1 (1800), p. 157, tab. 2 (bulbo unifoliato). — Pers., *Synops.*, I (1805), p. 350, n. 17. — Sims, in *Bot. Mag.*, XL (1814), tab. 1687 (*cum flore omnino viridi*). — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 980. — Boiss., *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 606. — Spach, *Hist. nat. végét. phanérog.*, XII (1846), p. 452.

Chloraster fissus Haw., in *Philos. Mag. et Journ.*, febr. 1824, p. 105. — Ejusd. *Monogr.* (1831), p. 7, n. 1.

Hermione viridiflora W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 328. —

Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 980.—Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 750.

Chloraster viridiflorus Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 213.

Patria : Tingis et Gibraltaria, secundum Schousbœi verba : « Copiose » legi in loco elevato saxoso humido juxta Tingidem, quando itur ab arce » ad montem Shibil-Kibir, mox dextrorsum flectendo cursum inter hortos » mare versus. In isthmo arenoso inter Gibraltariam et pagum *St-Roque*, » et *Neutral Ground* dicto, hanc plantam rarissimam quoque obser- » vavi. » Eadem regione postrema, nempe *in arenosis maritimis oppidi Algesiras*, eamdem legit Webbius (*It. hisp.*, 1838, p. 7). — Floret Octobri et Novembri (Schousb.).

« This strange Rush Daffodil..... has but one only leaf, very long, » round and green, in all I ever saw growing, which beareth no flower » while this green leaf is fresh and to be seen : but afterwards the » stalke riseth up, being like unto the former green leaf, round, na- » ked, etc. » (Park., *Parad.*, p. 94). —Scapo igitur folium præcurrere vidit, idque unicum.

« Scapus floriferus primum prodit, dein folia, floribus adhuc persisten- » tibus. » (Schousb., *Marokk.*, p. 157.) — Folia igitur primum hysteranthia vidit, mox in eodem bulbo synanthia.

3. Narcissus serotinus Lœfl.

Humilior et gracilior quam duo priores. Bulbilli, flori edendo qui nondum apti, mono-vel diphylli, foliis filiformibus, teretibus, facie non sulcatis. Adultus bulbus longe plerumque aphyllus, vaginis instructus duabus, quarum interiorem breviorem scapus floralis immediate sequitur ; quinquagenorum vix unus foliatus, folio unico, synanthio, vaginam unicam aphyllam excipiente, tereti-subulato, exsulco. Scapus uni-rarissime biflorus. Perigonii laciniæ candidæ, oblongo-ellipticæ, exteriores obtusiusculæ, cuspidato-mucronatæ. Corona crocea, unum vel sesquimillim. longa, forma admodum varia, sexpartita vel sexfida (quod frequens, quoque spectat *Herm. deficiens* Herb.), vel lobis geminatim in unum subintegerrimum et truncatum connatis trifida vel tripartita (quod minime rarum), passim sed rarissime incisuris omnibus evanidis annulatim subintegerrima (huc specimen ex Oran). Fila-

menta petalina perigonii tubo usque ad medium tubum adnata, vel paulo ultra, parte libera 3 mm. longa. Ovula in loculis 15-17, biseriata. Capsula ellipsoideo-subrotunda.

Narcissus autumnalis minor Clus., *Hisp.* (1576), p. 251, *ic.*

N. autumnalis parvus Dod., *Pempt.* (1583), p. 228, *cum ic. Clus.* — Lob., *Ic.* (1591), p. 122, *cum ic. ead.*

N. serotinus sive autumnalis minimus Clus., *Hist.* (1601), p. 162, *ic. ead.*

N. autumnalis minor albus Park., *Parad. terr.* (1629), p. 88, fig. 3 (*iconis Clus. imitatio valde rudis*).

N. albus autumnalis minimus C. Bauh., *Pin.* (1623), p. 51.

Lilio-Narcissus luteus autumnalis Tourn., *Inst.* (1700), p. 386 (*qui in herb. auct. desideratur perperamque luteus dicitur*).

Narcissus serotinus Lœfl., *in Linn. Sp. pl.*, ed. 1ª (1753), p. 290, ed. 2ª (1762), p. 417. — Lœfl., *It. hisp.* (1758), p. 19; *vers. germ.* (1766), p. 19 (*per omnem Extremaduram, in itinere ab Badajos ad Matritum, nov.* 1751). — Willd., *Sp.*, II (1799), p. 41. — Desf., *Atl.* (1800), I, p. 223, tab. 82 (*quoad fig. sinistram, excl. dextra quæ ad* N. elegantem *spectat*). — Ten., *Fl. nap.*, I (1811-1815), p. 147 (*ex parte*). — Urvill.! *Enum.* (1822), p. 36 (*ex Melo insula*). — Viv., *Fl. libyc. specim.* (1824), p. 19. — Lois., *Nouv. Not.* (1827), p. 14. — Ejusd. *Fl. gall.*, ed. 2ª (1828), I, p. 237. — Duby, *Bot. gall.*, I (1828), p. 456. — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 979. — Bory et Chaub.! *Bot. de Morée* (1832), p. 98, n. 441. — Link, *Symb. ad Fl. græc. in Linnæa*, IX (1835), p. 569. — Schimp. et Wiest, *Pl. cephal. exsicc.*! (ann. 1835). — Guss., *Fl. sic. synops.*, II, 2 (1844), *Add.*, p. 810. — Boiss., *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 606. — Spach, *Hist. nat. vég. phan.*, XII (1846), p. 452. — Gren. et Godr., *Fl. de Fr.*, III, 1 (1855), p. 258 (*emendata descript.*). — Parlat., *Fl. ital.*, III, 1 (jul. 1858), p. 157 (*excl.* Herm. æquilimba *Herb.*).

Hermione serotina Haw., *Monogr.* (1831), p. 13, n. 43. — Herb., *Amaryll.* (1837), p. 326 et 408, tab. 41, fig. 29 et 30. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 231. — Kunth, *Enum.*, V (1850), p. 749.

Narcissus deficiens Herb., in *Bot. Reg.*, XXXIII (1847), tab. 22, fig. 1 (*ex Leucade insula, hujus loci omnino videtur, icon quamvis scapum folio concomitatum et coronam solito obsoletiorem sistat*).

N. cupanianus Grech-Delicata, *Fl. melit.* (1853), p. 36, n. 589, *nomen* (*ex Parlat. qui specimen vidit, ab auct. miss.*). — Non Guss.

N. albus autumnalis medio obsoletus Park., *Parad.* (1629), p. 90, fig. 4 (*pl. hisp., bulbo bifoliato, scapo bifloro, perigonii foliolis mucronatis, hujus quoque loci videtur, quantum ex icone rudissima conjicere licet*). Inde derivati :

Hermione obsoleta Haw., *Revis.* (1819), p. 147. — Ejusd. *Monogr.* (1831), p. 13, n. 52. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 231.

Narcissus obsoletus Spach., *Hist. nat. vég. phan.*, XII (1846), p. 452.

Patria : Extremadura (Lœfl.). Bætica! Algeria tota quanta littoralis! Insula Pantellaria (Tin. ex Guss.). Melita insula (Grech-Delicata ex Parlat., de Fontenay! in herb. Coss.). Ager tripolitanus (Viv.). Creta insula (Oliv. et Brug.! in herb. mus. paris., Raulin! ibid.). Palæstina (abb. Michon! in herb. mus. paris.). Cycladum insula Melos! Peloponnesus (Bory et Chaub.! in herb. mus. par. et Deless.). Attica (Heldr. in litt.). Cephalonia insula! Leucas insula (ex qua *Herm. deficiens* Herb.). Pœstum in regni neap. prov. citeriore (Guss. et Parlat.). Avola et Panormum in Sicilia (Bianca et Guss. Tin.! in herb. Coss.). Sardinia! Corsica! Capraria, maris etrusci insula (Requien in herb. Petr. Savii, ex Parlat.). — Floret Septembri et Octobri, quam *N. elegans* integro mense præcocior (Munby in litt.).

AURELIA Nob. (1).

Perigonii infundibuliformis tubus cylindraceus, gracilis, apice quidquam dilatatus; laciniæ multo breviores, ellipticæ, erectæ in campanæ formam imbricatim conniventes! Coronæ rudimentum sexlobatum, laciniarum ex adverso interruptum. Stylus longe exsertus, rectus, apice tridenticulatus. Filamenta tubo perigonii,

(1) Nomen ab domina Aurelia Favre, clarissimi Hénon, M. D. Lugdunensis, uxore, studia quæ mariti botanica secuta, Narcissos Iridesque in Galliâ hospitantes omnes eximiè pinxit ad vivum, cujus utinam tabulæ, nitidissimæ, publici mox usus possent fieri. Marito, de Narcissis ipso optimè merito, jam dicatum genus inter Amarantaceas.

duplici verticillo, longissime adnata, petalina cum antheris inclusa, sepalina exserta, lacinias dimidias subæquantia. — *Folia plana, anguste lorata. Scapus anceps et fistulosus, Spatha monophylla, pluriflora, floribus albis, erectis.*

Obs. — Corona obsoleta genus congruit cum *Narcissis autumnalibus* et cum *Carregnoa*, filamentis tubo corollino gracili longe adnatis cum *Narcisso* et *Ganymede*, filamentis sepalinis longe exsertis iterum cum *Ganymede*, etc. His notis ab *Corbularia* et *Ajace* desciscit, ut tubi corollini indole et filamentorum insertione ab *Carregnoa*. Ab his autem generibus omnibus planta nostra foliolis perigonii in campanam conniventibus, non stellatim patentibus, est dignoscenda, quam ob rem in genus proprium accipienda videtur.

Aurelia Broussonnetii N.

Plantam rarissimam in Mauritania australi circa Mogador olim legebat Broussonnetius, et cum horto Matritensi Willdenowioq. communicabat, nemini cæterum visam neque ulli rite cognitam. Quæ exstant ad eam spectantia auctorum testimonia, paucissima et parcissima, ad verbum exscribo.

« *Narcissus nectario obliterato.* — Mogador. — Bulbus ovatus. Flo» res albi, tubo inferne viridescente, ovario viridi. Folia in specimine » integro 4, linearia, obtusa. Scapus foliis circiter tertia parte longior. » (Brouss., *herb. cum icone mihi nondum visa.*)

« *Narcissus Broussonnetii* : spatha monophylla multiflora : scapo » fistuloso ancipiti, foliis lineari-lanceolatis subæquali : nectario obso» leto. — H. in Africa unde semina misit cl. Broussonnet. ♃. » (Lag., *Gen. et sp. nov.* (1816), p. 13, n. 175.)

« *Narcissus oblitteratus* Willd. — Spatha multiflora; nectario oblit» terato; foliis lineari-lanceolatis. *Reliq. Willd.* — Bulbus magnitudine » fere ovi gallinacei, extus tunicis marcidis fuscis. Scapus pedalis. Folia » scapo breviora, ½ poll. circiter lata, obtusiuscula. Flores circiter 8, » subumbellati, erecti, pedicellati. Spatha floribus parum brevior. *De » Schlechtend. fil.* — In Mogador. *Brouss.* ♃ » — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 981, cum editoris adnotatione, qua scribit *Narcissum Broussonnetii* Lag. speciem sistere verisimiliter eamdem. — Spach, *Hist. nat. végét. phan.*, XII (1846), p. 452 (*Haworthium qui exscribit, planta non visa*).

Hermione obliterata Haw., *Monogr.* (1831), p. 13, n. 54 (*qui planta non visa Schlechtendalium sequitur, dubie adscripto Lagascæ synonymo*).

Chloraster oblitteratus Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 214, n. 3 (*Schlechtendalium qui exscribit, dubie adducto Lagascæ synonymo*).

Commentariorum seriem Kunthius claudit, dum nomina 4 supra citata dubie *Hermioni eleganti* quasi synonyma subscribit.

Hæc cum non sufficerent ad plantam rite declarandam cumque lux ulterior nulla nisi ex specimine certiore expectanda videretur, scripsi ad amicos monspelienses, quibus facilis ad herbarium Broussonnetianum aditus, quod nunc penes facultatem scientiarum istius Academiæ. Votis obtemperarunt. Miserunt frustula ex herbario Broussonnetiano deprompta (folium cum integra inflorescentia) eaque dubiis plerisque solvendis apta. Quibus in examen ductis tandem cognovi, plantam Broussennetianam (eamdem sine dubio quam Lagascæ et Willdenowii) ab *N. elegante* non solum esse diversissimam, sed, quamvis corona oblitterata congruentem, Narcissorum autumnalium nulli vere affinem dici posse, genusque inter Narcisseas proprium eodem jure efficere, quo genera Herbertiana nunc momenti recepta. Fidem faciat descriptio sequens, quam ex misso incompleto specimine exque auctorum supra laudatorum adnotationibus quanta potui diligentia concinnavi.

Bulbus ovatus (Brouss.), magnitudine fere ovi gallinacei, tunicis marcidis fuscis tectus (Schlecht.). Folia 4, linearia, obtusa (Brouss.), lineari-lanceolata (Lag. et Willd.), obtusiuscula, $\frac{1}{2}$ circ. poll. lata (Schlecht.), speciminis præsentis 9 mm. ($\frac{1}{3}$ unc. paris.) lata. Scapus pedalis (Schlecht.), folia subæquans (Lag.), foliis $\frac{1}{3}$ longior (Brouss.), anceps et fistulosus (Lag.). Spatha monophylla, membranacea, 3 $\frac{1}{2}$ centim. longa, hinc longe fissa, apice obtusiuscula (ex præs. specim.), multiflora (Lag. et Willd.), circ. 8 flora (Schlecht.), nobis 6 flora. Flores albi (Brouss.), erecti (Schlecht. nobisque), spatham vix duplam longi. Pedicelli, intermixtis bracteolis, lineares, spatham subæquantes, vel usque dimidio breviores. Perigonium pedicello longius, 3 $\frac{1}{2}$ centim. longus : tubus inferne virescens (Brouss.), 22-24 mm. longus, cylindraceus, gracilis, apice in conum inversum 5-6 mm. latum ampliatus ; laciniæ erectæ, campanulatim imbricatæ, ellipticæ omnes, obtusæ, muticæ, multiveniæ, 11 mm. longæ (tubo igitur dimidio breviores), 6-7 mm. latæ. Coronæ rudimentum laciniarum ex adverso interruptum, sexlobatum, lobis obtusissime arquatis, $\frac{1}{2}$ vix mm.

longis. Filamenta petalina perigonii tubo usque ad $\frac{4}{5}$ tubi adnata, parte libera brevissima, cum antheris inclusa; sepalina cum tubo usque ad ejus apicem connata, parte ulteriore libera, subulata, unam laciniarum partem plus tertiam longa. Antheræ proxime infra medium dorsum affixæ, introrsæ, oblongo-lineares, 4 mm. longæ, unum latæ, apice basique emarginatæ. Stylus filiformis, rectus, lacinias perigonii dimidias æquans vel etiam longe superas, apice stigmatifero tridenticulato. Ovarium oblongum, 4 mm. longum Ovula in loculis 7, biseriata, anatropa.

Quo anni tempore floreat non liquet. Vernum tempus ex more gentis auctorumque silentio conjicere licet.

CARREGNOA Boiss.

Pancratii sp. Cav., ann. 1794. — *Amaryllidis* sp. Schousb., ann. 1800. — *Oporanthi* sp. Herb., ann. 1821. — *Tapeinanthus* Herb., ann. 1827 (nomen generi Loranthacearum prius inditum : conf. Blume, *Loranth. Javan.*, 1828, p. 15).—*Carregnoa* Boiss., ann. 1842. — *Tapinægle* Herb., ann. 1847.

Perigonii infundibuliformis tubus brevissimus, obconicus; laciniæ tubum quintuplum longæ, erectæ, oblongo-lanceolatæ, obtusiusculæ. Coronæ rudimentum brevissimum, sexlobatum, lobis ex adverso laciniarum positis. Filamenta recta, subæqualia, perigonii laciniis paulo breviora, duplici verticillo, petalina inde ab imo fere tubo libera, sepalina brevi tubo usque ad ejus apicem adnata abque opposito coronæ lobo libera. Stylus rectus, perigonium subæquans, apice stigmatifero integerrimo. — ***Planta humilis, gracilis, monophylla, autumno florens, folio hysteranthio, filiformi-semicylindrico, altero florali squamæformi, scapo filiformi, tereti, spatha monophylla, 1–2-flora, flore flavo, erecto.***

Obs. — Coronam, de *Pancratio* suo *humili* agens, Cavanillesius « stamina sustentare » dixerat, etidcirco *Pancratio* generi plantam subscriberet auctorum alii perrexerunt, alii genere distinctam inter Amaryllideas pancratiiformes reliquerunt. Errore hoc fuisse dictum, Willdenowius jam olim, planta non visa, divinaverat (« nectarii dentes 6..... non staminiferi, » Willd., *Sp.* II, p. 42). Rem certo nuper confirmavit observatio, qua nunc constat filamenta *Carregnoæ* sepalina, qua parte tubum corol-

linum excedunt, libera esse omnino, nec cum lobis coronæ ullo modo connata. De qua re satis ambigue scripsit Boissierus, idem tamen quod egomet observasse crediderim, quam ob causam ab *Pancratio* et affinibus removendam *Carregnoam* et inter Amarylleas (sine dubio Endlicherianas) potius collocandam existimavit, cui viri amicissimi opinioni adsentire nequeo. Vetat enim Amarylleàrum Endlicherianarum farrago, qua *Leucojum* et *Galanthus* cum *Sternbergia*, *Amaryllide*, *Crino*, *Hæmantho*, etc., miscentur, quasi gryphes equis juncti. Vetat character Amaryllearum fronti inscriptus : *Stamina sterilia nulla* (Endl., *Gen.*, p. 174), hoc est corona nulla, quod quidem Boissierus non percepisse videtur (*Voy. bot.*, p. 605, lin. 27). Vetat imprimis bulbi structura, quam, analysi facta, in *Carrregnoa* monaxonem, non vero, ut vulgo apud Amarylleas supra dictas, in sympodium concinnatam, certus hic renuntio. His autem notis, Narcisseis Herbertianis *Carregnoa* respondet optime. Corona obsoleta quadrat in Narcissos autumnales inque *Aureliam*, perigonii segmentis erectis, non stellatim patentibus, iterum in *Aureliam*, filamentis exsertis, petalinis tubo perigonii non aut vix adnatis in *Corbulariam* et *Ajacem*. Notis iisdem desciscit ab *Ganymede* et *Narcisso*, filamentis rectis non adscendentibus ab *Corbularia*, ab centribulibus insuper omnibus tubo corollino ratione limbi brevissimo primo visu distinguenda.

CARREGNOA HUMILIS.

Lilio-Narcissus bœticus luteus Tourn., *Inst.* (1700), p. 386.

Colchico-Narcissus hispanicus pumilus odoratissimus luteus Tourn., *herb.!* (*specimina ubi plura exstant, circa Hispalin lecta, bulbo foliisque carentia*).

Pancratium humile Cav., *Ic.*, III (1794), p. 4, n. 229, tab. 207, fig. 2 (*pl. florens bifoliata, foliis scapo longioribus, anachronismo de quo ipse auctor monet in explic. tabulæ*).— Willd., *Sp. pl.*, II (1799), p. 42. — Pers., *Synops.*, I (1805), p. 351, n. 3. — Gawl., in *Journ. of sc. and arts*, III (1817), p. 338; *Extr.*, p. 21 (*inter spec. inquirendas*). — Spreng., *Syst. veg.*, II (1825), p. 48, n. 30. — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 932 (*inter dubia*).

Tapeinanthus humilis W. Herb., *Amaryll.* (1837), p. 190 et 414. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 183. — Kunth., *Enum.*, V (1850), p. 703.

Carregnoa lutea Boiss., *Voy. bot. Esp.* (1839-45), p. 605 (*fasc.* 19°, *qui ann.* 1842 *die* 1a *Mart. publ. juris factus*).

Tapinægle humilis W. Herb., in *Bot. Reg.*, XXX (1847), tab. 22, fig. 4 (*scapus florifer sine bulbo et foliis, flore ita depicto ut tubus, quasi absens, non appareat*).

Amaryllis exigua Schousb., *Marokk.* (1800), p. 160 (*pl. tingit., eadem sine dubio quæ hispanica, coronæ rudimento præterviso*). — Roth, *Neue Beitr.*, I (1802), p. 190. — Ejusd. in *Ann. of Bot.*, II, p. 26. — Gawl., *Revis. in Journ. of sc. and arts*, II (1817); *Extr.*, p. 4.

Oporanthus exiguus W. Herb., *App. to the Bot. Reg.* (1821), p. 38 (*opella mihi nondum visa*). — Ejusd. *Amaryll.* (1837), p. 188.

Sternbergia exigua Gawl., in *Bot. Reg.*, VII (1822), fol. 623. — Spreng., *Syst. veg.*, II (1827), p. 57, n. 3. — Schult., *Syst. veg.*, VII, 2 (1830), p. 795. — Rœm., *Amaryll.* (1847), p. 46.

Habitat circa Hispalin Bæticæ (Tourn,! Cav.), nominatim ad circum veteris Italicæ (Graells!) inque palmeto quodam agri Gaditani inter *Santa-Maria* et *Buena-Vista* (Fauché herb., ex Boiss.), unde conjicere licet per totum Bætis fluminis decursum inferiorem esse sparsam. Trans fretum quoque, in collibus et campis regionis tingitanæ occurrit haud frequens (Schousb., *De Amaryllide exigua*). — Floret Octobri tumque foliis caret, quæ postea prodeunt (Cav.). — Hispalensem vivam vidi et siccam, ab cl. Graells, qua est erga me humanitate singulari transmissam, ex qua sequentem deduxi descriptionem.

Exilis planta, aphylla dum floret, 3 vel 4 unc. paris. cum bulbo longa. Fibræ radicales simplicissimæ, filiformes, plus vel minus pubescentes. Bulbus ovoideus, 12-14 millim. longus, totidem basi crassus, tunicis vestitus arcte adpressis, quibus sursum productis in collum ipso duplo vel triplo longius abire videtur. Tunicarum aliæ exteriores, plurimæ, siccæ, fuscæ, tenuissime membranaceæ, latere interiore punctis albidis in series longitudinales frequentissimas digestis pictæ (ut *Corbulariæ* et *Narcissorum* autumnalium), indicio cellularum raphidibus planarum, quibus carnosæ foliorum bases sunt instructæ; interiores tunicæ, 4-6 numero, carnosæ, albidæ, tubulosæ, tenuiter 8-9 nerviæ, bulbillum sæpe unum alterumve, in fusi formam protractum et monophyllum foventes, rarius sobole carentes, vestigium quoque scapi floralis anterioris (unius saltem, non vero duorum) semper retinentes, si quidem adultior bulbus fuerit.

Vegetationem hornotinam instaurat vagina membranacea, tubulosa, 2 ½-4 centim. longa, basi carnosa, apice rectè truncata. Sequuntur folia 2, ordine alterne disticho vaginam excipientia, cæterum indole admodum diversa : alterum squamæforme, ovatum vel semi-circulare (ergo dimidiatum), unum vix millim. longum, ægre distinguendum; alterum perfectum, hysteranthium, tunicis in collum productis sub anthesin inclusum, vel ultimum solum apicem exserens, post aliquot septimanas, decembri ineunte, demum exsertum et adoletum, erectum, 5 ½-11 centim. longum, basi tubulosa et carnosa, filiformi-semicylindricum, unum vix millim. latum, viride non glaucum, apice obtusiusculum, etiam margine lævissimum, dorso convexum, facie planum, ima parte non aut vix canaliculatum. Axem simplicem gemma minutissima terminat. Limbo instructum et perfectum folium, ni fallor, semper unicum; quæ sæpe plura apparent folia (gemina dicuntur Cavanillesio, usque terna Schousboeo et Boissiero); ea ad bulbillum unum altervum tunicis inclusum et unifoliatum pertinere existimo.

Scapus in axilla folii squamæformis mox descripti solitarius, squama matre latior quamvis tenuissimus, uni-raro biflorus (sexdenorum quos vidi unicus biflorus), fructifer folio paulo longior (folia in icone Cav. gemina, scapo paulo longiora), 15-17 centim. longus, filiformis, plenus, prismatico-5-8-angulatus, viridis non glaucus.

Spatha monophylla, membranacea, 1-2 centim. longa, clausa primum et tubulosa, mox vero alabastri floralis pressu hinc usque ad medium fissa, apice subulato integerrimo. Flos erectus, longiuscule pedunculatus: pedunculus gracilis, spatham subæquans, addititius (ubi forte gemini) spatha dimidio brevior, basi bracteolatus, bracteola longiuscula, setacea.

Perigonium (ex siccis) superum, infundibulare, regulare, 12-15 mm. longum : tubus brevissimus, obconicus, viridi-sexstriatus, 3 mm. tantum longus; laciniæ aureæ, longitudine æquales, campanulatim erectæ, oblongo-lanceolatæ, 3 exteriores 7-nerviæ, apice mamillatæ et pubescentes, 3 interiores 5-nerviæ, apice æquali glabræ.

Faux perigonii obscure coronata : corona Schousboeo prætervisa, Cavanillesio 12-fida, Willdenowio 6-dentata, dentibus bifido-emarginatis, Boissiero breviter et obsolete 12-loba, mihi (ex siccis) brevissima, 6 partita, lobis laciniarum ex adverso depresse arquatis, unum millim. tantum longis.

Filamenta 6, longitudine subæqualia, perigonio ¼ breviora, recta, filiformi-subulata, ex aureo flava : tria petalina imo perigonii brevi tubo inserta; tria sepalina paulo longiora, tubo usque ad ejus apicem adnata,

parte ulteriore longe libera, basi cum opposita coronæ lacinia minime connata. Antheræ proxime infra medium dorsum affixæ, introrsæ, flavæ, lineares, 3 mm. longæ, unum latæ, basi hastato-emarginatæ, apice indivisæ, latere interiore secundum rimas 2 longitudinales late dehiscentes.

Ovarium inferum, ellipsoideum vel obovoideo-turbinatum, 3-6 mm. longum, viride, triloculare, loculis 9-10-ovulatis, ovulis biseriatis, anatropis. Stylus perigonium subæquans, rectus, filiformis, flavus, apice stigmatifero parvo, integerrimo, quasi discoideo.

Capsula recens (nondum peracta dehiscentia quæ nescio quomodo fiat), pedunculo filiformi, erecto, 16 mm. longo fulta, perigonio persistente in columnam tortili coronata, viridis, oblonga, basi magis quam apice attenuata, distincte trigona, 6-7 mm. longa, 8 lata, pericarpio tenuissime membranaceo. Semina in loculis 2-4, parva, ellipsoidea, nigra, lucida, sesquimillim. longa, raphe et chalaza immersis.

DE LA COURONNE DES NARCISSÉES.

C'est une règle générale, parmi les Liliacées, que la fleur se compose de cinq verticilles trimères, alternant les uns avec les autres, deux verticilles pour le périgone, deux pour les étamines, et un pour l'ovaire dont les loges sont opposées au verticille extérieur.

Il en est de même de la plupart des Amaryllidées; mais ici la règle semble admettre plusieurs exceptions, par suite d'un verticille surnuméraire qui, dans quelques-unes de ces plantes, vient s'interposer entre le second et le troisième, entre le périgone et les étamines, de manière à porter de cinq à six le nombre des rangs alternatifs de la fleur. Ce verticille surnuméraire se présente sous les formes les plus diverses, tantôt très développé, tantôt rudimentaire, tantôt annulaire ou tubuleux, tantôt formé de plusieurs parties distinctes, tantôt soudé avec les étamines, tantôt libre. Je n'ai l'intention de le suivre, ni dans toutes ses formes, ni dans tous les genres de la famille où il se trouve. Je m'occupe ici des Narcissées, et c'est dans cette tribu seulement que je veux l'étudier, là où il se fait remarquer à la fois par son ampleur, par

son aspect pétaloïde, par sa forme tubuleuse, et parce que, au delà du tube de la fleur, il n'est pas soudé avec les étamines. C'est là aussi qu'il a plus particulièrement reçu le nom de *couronne*.

Que signifie la couronne des Narcissées? Question délicate, que peu d'observateurs ont abordée, et sur laquelle les avis sont encore partagés.

Suivant les uns, la couronne serait formée de deux verticilles trimères, alternant avec les deux précédents comme avec les deux suivants, et faisant partie de la symétrie florale, dans un ensemble supposé de sept verticilles. Auguste de Saint-Hilaire (*Morphol. végét.*, 1840, p. 807), et M. Germain de Saint-Pierre (*Guide du bot.*, II, 1852, p. 498), se prononcent pour cette interprétation, vers laquelle penchait déjà De Candolle (*Organogr. végét.*, 1827, I, p. 507).

Lindley, de son côté, influencé par la polyandrie de plusieurs *Gethyllis*, et par certains appendices observés à la base des filaments du *Phycella*, regarde la couronne des Narcisses comme le produit d'une ou plusieurs rangées d'étamines surnuméraires, intercalées entre le périgone et les deux verticilles d'étamines parfaites (*Bot. Reg.*, fol. 1341, ann. 1830, et *Nat. syst. of Bot.*, edit. 2ª, 1836, p. 328), opinion qui a été adoptée par Endlicher (*Gen. pl.*, 1836-40, p. 174) et par Achille Richard (*Élém. de bot.*, 7ᵉ édit., 1846, p. 644).

Link se place sur un tout autre terrain, lorsqu'il dit : « *Ad appendices corollæ aut crinomatis refero coronam seu partem monophyllam perigonio insertam, qualis in Narcissis et Pancratiis occurrit. Esse appendicem testatur multiplicatio quædam perigonii, in qua cuivis phyllo perigonii adhæret lacinia coronæ discerptæ.* » (*Elem. philos. bot.*, edit. 2ª, 1837, II, p. 140.) Pour Link, la couronne des Narcisses est donc un appendice de la corolle, et Doell est bien près de se ranger au même avis, lorsqu'il voit dans cette couronne une analogie marquée avec la ligule des Graminées (*Rhein. Fl.*, 1843, p. 208).

Une dernière opinion (1) est celle de M. Louis Cagnat, qui

(1) J'écarte ici tous les auteurs qui, depuis Linné jusqu'à nos jours, ont con-

considère la couronne des Narcisses comme un dédoublement des deux verticilles, sépalin et pétalin, et qui soutient cette thèse avec l'assentiment au moins tacite d'Auguste de Saint-Hilaire, puisque ce dernier auteur est intervenu dans le travail de M. Cagnat par une note où il explique ce qu'il faut entendre par le dédoublement (*Ann. des sc. nat.*, 3ᵉ série, t. III, 1845, p. 353-56). On voit que cette dernière opinion a la plus grande affinité avec la précédente, car elle suppose les mêmes faits, et n'en diffère que par l'interprétation.

Telles étant les opinions, voyons maintenant ce que disent les faits. Ils sont malheureusement trop peu nombreux et trop peu concordants pour dissiper complétement les doutes dont la question est encore enveloppée. Les observations organogéniques manquant encore absolument, nous sommes obligés de nous contenter des indices que peut fournir l'état développé des parties. Cherchons-les d'abord dans la fleur simple, et ensuite dans la fleur double.

Le tube de la couronne est tantôt très entier, tantôt sinueux, tantôt irrégulièrement denté ou incisé, rarement assez profondément et assez régulièrement lobé, pour que l'on puisse saisir les rapports de ces lobes avec les deux verticilles précédents. C'est pourtant ce qu'on voit, entre autres, dans les *Narcissus incomparabilis* et *odorus*, et dans tous les *Ajax*, où la couronne est découpée au sommet en six lobes très distincts. C'est ce qui est encore plus marqué dans le *Narcissus serotinus* et dans l'*Aurelia Broussonetii*, où la couronne, très rudimentaire et variable pour le nombre de ses lobes, est souvent fendue jusqu'à la base en six parties, quelquefois réduites à trois. Or quelle est l'ordonnance de ces parties? Elles n'alternent point avec le verticille précédent, qui est celui des pétales ; elles lui sont au contraire opposées,

fondu la couronne des Narcisses avec les nectaires, c'est-à-dire avec les organes sécréteurs du suc mielleux qu'on a comparé au nectar. J'écarte par conséquent M. Louis Bravais, qui, dans son *Examen organographique des nectaires*, donne à la couronne des Narcisses le nom de *nectaire corollin*, sans que j'aie bien compris comment il entend ce nectaire. (*Ann. des sc. nat.*, 2ᵉ série, Bot., t. XVIII, 1829, p. 170.)

deux à deux lorsque leur nombre le permet, une à une lorsqu'elles sont réduites à trois. C'est ce que W. Herbert avait dit implicitement, sans entrer autrement dans la question morphologique, lorsqu'il écrivait : «*Coronæ, ubi triloba est, fissuræ præcipuæ costis sepalinis, loborum crenæ petalinis oppositæ*» (*Amaryll.*, p. 79). M. Louis Cagnat avait reconnu le même fait dans une couronne à six divisions, lorsqu'il parle de ces lobes comme n'étant *point opposés aux parties de l'enveloppe florale, mais alternes avec elles* (*l. c.*, p. 356, second paragraphe). Cela ne signifie-t-il pas que la couronne dépend du verticille pétalin, et qu'elle n'emprunte rien au verticille sépalin? On le croirait au premier abord.

Une autre plante, à fleur normalement constituée, que j'ai étudiée sous ce rapport, est le *Carregnoa humilis*. Là j'ai vu la couronne composée de six parties opposées aux six folioles du périgone (voir plus haut, p. 98 et 101), comme si les deux verticilles de ce dernier concouraient à la formation de la couronne. Mais la couronne est dans cette espèce plus rudimentaire que dans aucune autre ; pour l'étudier je n'ai eu à ma disposition que deux fleurs sèches, et il se pourrait fort bien que j'eusse mal vu ce qui était difficile à voir. Je dois même le soupçonner, parce que ce serait une exception à ce que j'ai observé partout ailleurs dans la fleur simple des espèces les plus dissemblables.

Voyons maintenant les fleurs doubles, et d'abord celles de l'*Ajax Pseudo-Narcissus*. Dans les boutons non encore épanouis de cette plante, j'ai vu un nombre indéterminé de verticilles trimères, représentant le périgone, se succéder régulièrement avec alternance, et même se distinguer les uns des autres par une différence sensible dans la hauteur de l'insertion. J'ai pu reconnaître et séparer six de ces verticilles ; au delà tout devient confus, par suite du raccourcissement graduel et de l'entassement des parties. On y trouve bien, mêlées aux menues feuilles florales, des anthères plus ou moins parfaites ; mais on ne saurait dire si là elles forment des verticilles particuliers continuant l'alternance des folioles, ou si elles proviennent de ces mêmes folioles graduellement métamorphosées. Plus bas, tout est, je le répète, parfaitement clair et

régulier ; c'est le périgone de la fleur simple, multiplié avec alternation. Or ici chaque foliole porte à sa base interne une lame pétaloïde, qui se distingue de la foliole par sa longueur un peu moindre, par sa couleur d'un jaune plus foncé et par sa forme spathulée, à onglet linéaire. Il n'y a pas à se tromper sur la signification de ces parties; elles n'entrent point dans la symétrie florale, et elles sont nécessairement des appendices des folioles, à la base desquelles on les voit placées. Il est évident, d'un autre côté, que ces appendices sont les éléments de la couronne, ici complétement disjoints, et même assez écartés les uns des autres. Pour reconstituer cette couronne, il suffit d'isoler et de rapprocher les deux premières rangées d'appendices, séparées par un verticille de folioles. J'avais d'abord cru que ces appendices manquaient au verticille inférieur, celui qui représente le calyce; mais j'ai bientôt reconnu qu'ils s'y trouvaient comme à tous les autres, quoique rarement aussi bien conformés, et le plus souvent abortifs.

La fleur double du *Narcissus Tazetta*, que j'ai étudiée ensuite au moment de son premier épanouissement, n'a fait que me confirmer dans cette manière de voir. Les folioles du périgone s'y multiplient exactement de la même manière, par verticilles trimères alternant les uns avec les autres, et avec appendices basilaires intraires qui, ici, sont tout aussi développés dans le verticille inférieur que dans les suivants. La forme seule est ici différente, puisqu'ils sont larges et tronqués, n'ayant rien de spathulé. Il faut dire encore que, dans le *N. Tazetta*, les folioles du périgone multiplié se transforment graduellement en étamines, sans que les appendices participent à cette métamorphose, d'où résulte, pour le dire en passant, la preuve que ces derniers ne sauraient être pris pour des étamines avortées.

Tels sont les faits que j'ai pu jusqu'ici observer de mes propres yeux. D'un côté est la fleur simple des *Ajax*, des *N. incomparabilis*, *odorus* et *serotinus*, et de l'*Aurelia*, où la couronne semble procéder du seul verticille pétalin ; de l'autre, la fleur double de l'*Ajax Pseudo-Narcissus* et du *Narcissus Tazetta*, où chaque verticille du périgone multiplié fournit à la couronne ses

trois éléments constitutifs. Il semble que ce soient deux systèmes de couronne bien distincts, et pourtant l'*Ajax Pseudo-Narcissus* se trouve dans les deux catégories, d'où il faut nécessairement conclure qu'il y a plus d'apparence que de réalité dans les différences que présentent les deux systèmes. La grande différence, c'est que, dans la fleur double, toute foliole du périgone a son appendice, élément de la couronne; tandis que, dans la fleur simple, la couronne semble manquer devant les folioles extérieures, où se trouve une lacune, au lieu d'un organe appendiculaire. Cette circonstance semblait un obstacle à la couronne supposée provenir d'un dédoublement des deux verticilles du périgone. Pour lever cet obstacle, M. Louis Cagnat, qui, sans doute, avait rencontré cette objection dans le *N. odorus*, où la couronne est à six lobes, faisant lacune devant les folioles sépalines; M. Louis Cagnat, dis-je, répond à l'objection, en supposant que les six lobes ne représentent pas les vrais éléments de la couronne, que ces derniers naissent bilobés, et que chaque moitié d'un même lobe se soude latéralement avec la moitié du lobe voisin, de manière à déplacer la ligne médiane des vrais lobes, et à la porter là où nous voyons un *sinus*. C'est ainsi que M. Louis Cagnat parvient à loger un lobe de la couronne devant chaque foliole du périgone, et à légitimer, par l'opposition rétablie, un système que lui avait suggéré l'étude de la fleur double. La supposition me paraît un peu forcée, mais je n'ai rien de mieux à proposer pour concilier des faits en apparence contradictoires que je vois se produire dans une seule et même plante, suivant que sa fleur est simple ou double.

Mais que signifie en définitive la couronne des Narcissées?

Elle n'est point formée, comme Auguste de Saint-Hilaire et M. Germain de Saint-Pierre l'ont supposé, de deux verticilles alternant avec les verticilles du périgone, et faisant partie de la symétrie florale. Cette supposition est inadmissible, puisque, de tous les faits déduits ci-dessus, il résulte que la couronne se compose d'éléments opposés aux folioles du périgone.

Je n'adopte pas davantage l'opinion de Lindley, suivant laquelle la couronne serait un assemblage d'étamines stériles. Deux consi-

dérations ôtent à cette opinion toute vraisemblance, au moins quant aux Narcissées, car je ne veux rien préjuger de ce qu'elle peut valoir pour d'autres Amaryllidées. La première de ces considérations, c'est qu'elle suppose en arrière des verticilles normaux d'étamines procédant de l'alternance, une multiplication staminale qui, régulièrement, ne devrait se produire qu'en dedans. La seconde, c'est que, si la couronne avait la signification que lui attribue l'auteur anglais, on la trouverait quelquefois convertie en étamines véritables, ce qu'on voit dans les folioles périgoniales de la fleur double du *Narcissus Tazetta*, mais jamais dans la couronne disloquée, pas plus dans celle du *N. Tazetta* que dans celle de l'*Ajax Pseudo-Narcissus*.

Quant à l'opinion de M. Louis Cagnat, qui explique la couronne par un dédoublement des folioles du périgone, elle a pour elle tous les faits d'opposition que j'ai exposés; j'entends les faits qui montrent les éléments de la couronne opposés soit aux six folioles du périgone, soit aux trois intérieures. Mais je ne vois aucune nécessité de recourir, pour expliquer ces faits, à la théorie du dédoublement.

Reste l'opinion de Link, qui, considérant la couronne comme un appendice du périgone (*appendice* est le mot qu'il emploie), me plaît plus que toute autre par sa simplicité dégagée de tout système, et parce que je ne trouve rien à y objecter. Mais elle n'entre pas assez avant dans la question morphologique, et elle a besoin d'une formule plus précise, appuyée sur une analogie qui la rende plus plausible. Cette analogie, je la cherche et crois la trouver dans la faculté qu'ont tous les organes foliaires de s'épancher à leur base en oreillettes ou stipules, qui sont tantôt latérales, tantôt intraires.

Suivant moi, donc, la couronne des Narcissées est un appendice qui joue, à la base des feuilles du périgone, le même rôle que les stipules intraires à la base des feuilles de végétation, analogie qui avait déjà été entrevue par Doell. Libres et solitaires à la base des folioles du périgone de la fleur double, ces stipules se soudent dans la fleur simple en un seul corps pétaloïde et tubuleux, dont les éléments constituants sont généralement très diffi-

ciles à reconnaître, au point qu'il est le plus souvent impossible de décider si la couronne se compose de trois ou de six parties, et si elle procède des deux verticilles du périgone ou de l'intérieur seulement.

Fig. 1.

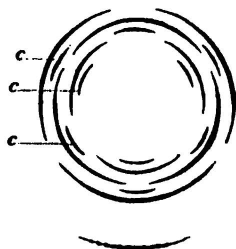


Fig. 2.

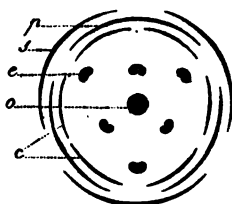
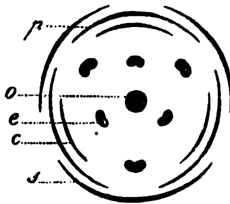


Fig. 3.



EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. Diagramme des trois verticilles extérieurs de la fleur double de l'*Ajax Pseudo-Narcissus* : *c c c*, la couronne décomposée en ses éléments, dont chacun est opposé à une foliole du périgone. L'arc de cercle figuré au-dessous du diagramme indique la position de la feuille florale, mère de la hampe uniflore.

Fig. 2. Diagramme de la fleur simple des *Narcissus incomparabilis*, *odorus* et *serotinus*, et de l'*Aurelia Broussonnetii : s*, verticille sépalin du périgone; *p*, verticille pétalin ; *c*, les six lobes de sa couronne, opposés deux à deux aux folioles pétalines ; *e*, six étamines sur deux rangs, opposées aux six folioles du périgone ; *o*, ovaire à trois loges opposées aux trois folioles extérieures du périgone.

Fig. 3. Diagramme d'une anomalie de la fleur du *Narcissus serotinus*, où tout est identique avec la figure 2, moins la couronne *c*, dont chaque paire de lobes s'est soudée en un seul lobe devant chaque foliole pétaline.

GNETACEÆ AMERICÆ AUSTRALIS.

—

EXPOSUIT

L.-R. TULASNE,

Acad. sc. Par. soc.

Gnetacearum ordo, inter plantas gymnospermas omnium minimus, in duas legiones universa sua membra dispertitur; alia late frondosa, ordinisque magnates, *Gneti* signum; alia humiliora, ramis junciformibus foliisque in squamas s. vaginulas misere commutatis, *Ephedræ* sequuntur. *Gneta* calidiores depressasque orbis utriusque regiones incolunt, et in terris asiaticis præcipue luxuriant; *Ephedræ* autem cœlum temperatius amant, per universum orbem disperguntur et ab Oceani littoribus ad montium usque cacumina ascendunt.

GNETACEÆ.

Gnetaceæ Blum., in *Ann. sc. nat.*, ser. 2, t. II (1834), p. 101; *Rumph.*, t. IV (1848), p. 1-10, tab. 174-176. — Endl., *Gen. plant.*, p. 262, et Supplem. IV, p. 11; *Enchirid. Bot.*, p. 146; *Synops. Conifer.*, p. 245. — C. A. Meyer, in *Act. Acad. sc. Petropol.*, ser. 6, t. V (1849), p. 252. — Walp., *Annal. Bot. syst.*, t. IV (1853), p. 452. = Coniferarum genera Cl. Rich., *Comment. de Conif.* (1826), p. 26-32 et 135, tab. IV et XXIX (*Ephedræ*). — Ad. Brongn., in Duperr. *Itin.; Bot. phanerog.*, p. 5, t. I (*Gnetum*).

Flores unisexuales, diœci v. monœci, nunc solitarie axillares et spicati, nunc glomerato-verticillati, tuncque aut spicati etiam aut paniculati, bractea cæterum, paleis v. pilis singulatim stipati et

semper monochlamydati. Calyx utriusque sexus sacciformis et obtusissimus v. turbinato-truncatus, e membrana tenui et avenia factus, primum occlusus, subinde vero rima angusta v. latius hiante apertus indeque bilabiatus s. bivalvis, aut contra poro tantum in vertice pertusus, tandem vero apud fœminam accrescens et coriaceus aut carnosus evadens. Stamen solitarium vel plura monadelpha; *filamentum* s. androphorum complanatum, integerrimum aut in summo brevissime bi-multifidum; *anthera* unica v. plures distinctæ, in cœlum conversæ v. extrorsum una secundæ, bilobæ, lobis contiguis aut discretis, poroque vel rima terminali dehiscentibus; *polline* pulvereo. Germen, i. e. capsa ovulifera legitima, nisi calycem occlusum, Endlichero duce, pro tali habere velis, plane nullum. Ovulum solitarium, sessile, erectum, orthotropum, mono- vel dichlamydatum; tegmen unicum (*Ephedræ*) tenuissimum, nucleo inferne hærens, sursum vero discretum ac in fistulam exilem, exsertam oreque variam abrupte protractum; e tegminibus duobus (*Gneti*), ab invicem omnino discretis, exterius crassum, totum inclusum oreque sæpius integro pervium; internum autem tenuius, nucleo partim (ut videtur) vel neutiquam adnatum, et in tubum filiformem, longe exsertum vulgoque in ore multimodis lacerum, attenuato-desinens. Semen extrorsum tegumento (e calyce commutato) coriaceo v. carnoso, intrinsecus autem membrana multo tenuiore, aut subsimplici, aut manifestius riteque duplici, indutum; *perispermium* carnoso-oleosum et crassissimum; *embryo* rectus, antitropus, linearis et cylindricus, e cotyledonibus 2 æqualibus, contigue parallelis, longis vel abbreviatis (quia sane tunc partim coalescunt), et caudiculo indiscriminate iisdem continuo.

Frutices v. arbores humiles, sæpius scandentes; ramis oppositis et articulato-nodosis; foliis item oppositis, simplicibus, estipulatis et quandoque in squamas mutatis.

In exponenda floris feminei fabrica, illustriss. Brownium (1) lubenter

(1) « In *Ephedra* cujus nucleus binis membranis præditus est, exterior fortasse potius calyci aut tegumento floris masculi quid analogum quam pars ovuli

secutus sum qui exterius seminis tegumentum pro calyce perigoniove habendum arbitrabatur; mihi enim minus arridebat ovarii s. germinis nomen b. ENDLICHERO et clar. BLUMEO usitatum. Miraris sane perigonium hic adesse ubi paries uterinus, id est ovarium, desideratur; nostrum autem sentire suadet paris calycis in utroque sexu præsentia, quæ certe ne perigonium femineum *Gneti* v. *Ephedræ* cum squama ovulifera s. ovario aperto, explicato, CONIFERARUM, assimiletur, contra RICARDI opinionem (1), vetat. In CONIFERIS enim tum masculum florem, tum femineum, plane nudum scimus offendi, utrumque e contrario apud GNETACEAS chlamydatum; ita ut flores hinc et illinc maxime sed diverse depauperati sint, calyce apud GNETACEAS ovarii vices agente.

I. — GNETUM.

GNETUM Linn., *Mant. Pl.*, p. 125.— Brongn., in Duperr. *Itin. Amphig.*, Bot. phan. (1829), p. 5, tab. I (*Gn. Gnemon* L.). — Endl., *Gen. pl.*, n° 1805, p. 263; *Synops. Conifer.*, p. 249. — Meyer, in *Act. Acad. sc. Petrop.*, ser. VI, t. V, p. 253. — Blume, *Rumph.*, t. IV, p. 1-10. — Walp., *Ann. Bot. syst.*, t. III, p. 452.

FLORES minimi, monœci v. diœci, confertissime v. laxius verticillati, verticillis (flores utriusque sexus plerumque simul gignentibus) remotis stipatisve; *bracteis* oppositis, truncatis totisque in poculi modum integerrimi vulgo geminatim connatis; *bracteolarum* loco pilis v. paleis piliformibus, densissime insitis. CALYX masculus (*vaginula* MEYERO; *vaginula* s. *perigonium* BLUMEO) turbinatus s. obovato-truncatus, in vertice sæpius marginato-incrassatus,

sincera æstimari potest; in *Gneto* autem ubi membranæ tres adsunt, duas ex iis ad nucleum legitime spectare verisimillimum est, quum et in *Podocarpo* et *Dacrydio* cupula externa, qualem ante apellavi, pro ovuli testa fortassis haberi queat. » (R. BR., *De floris feminei struct. ap. Cycad. et Coniferas*, in Phil. KING *Itin. austr.*, t. II [1827], pp. 556-557 [anglice]. — Cfr. etiam BLUMEUM, *Rumph*, t. IV, p. 1.)

(1) « Involucellum coriaceum cujuslibet fructus *Ephedræ vulgaris* (involucello staminum bifido referendum) squamæ floriferæ et fructiferæ Abietinearum et cupulæ baccatæ *Taxi* æquiparandum est. » (Cl. RICH., *De Conif.*, p. 29. — Cfr. insuper ejusd. libri p. 136.)

initio clausus, tandem poro terminali v. rima brevissima pervius. Filamentum lineare, complanatum, inclusum aut nonnihil exsertum sæpiusque brevissime bifidum. Anthera unica, minima, e lobis duobus globosis, sessilibus, plus minus discretis singulisque rima lata superne dehiscentibus; *polline* pulvereo. Calyx femineus (*vagina* s. *involucrum* Mey.; *ovarium* Blum.) anguste tubuloso-sacciformis, primum integer et reseratus, subinde poro terminali angustissimoque foratus, postea maxime accretus et succulentus factus. Ovarium nullum. Ovulum unicum, erectum, orthotropum et dichlamydatum; tegmine externo crassiusculo, in ore integro v. breviter dentato (teste Blumeo), nec usquam internæ tunicæ hærente; hacce tenuiori, nucleo etiam neutiquam aut pro parte tantum adnata, superneque in fistulam exilem, vulgo longissime exsertam, apice perviam varieque utplurimum lacero-fimbriatam continuo producta; nucleo (*nucello* Blum.) ovato v. ovato-oblongo, obtuso, integro, clauso, primumque solido. Semen integumentis tribus, externo crassissimo et carnoso (e perigonio incrassato), interioribus verum multo tenuioribus, fibrosis et membranaceis vestitum. Embryo in perispermio carnoso centralis, rectus, antitropus, fusiformis et in medio angustatus; caudiculo longo; cotyledonibus autem duabus brevissimis et divaricatis.

Arbores statura variæ, v. frutices scandentes, ramis nodosis, articulatis et solubilibus; foliis amplis, pennatim venosis, integerrimis; floribus spicatis v. spicato-paniculatis; in terris Asiæ intertropicis vulgati, multo rariores in America calidiore.

Stirpes insequentes, ad venularum in foliis naturam et distributionem cum attenditur, aliæ ab aliis arte facili discriminantur; atque licet id criterii verbis ægre exprimatur, eo tamen uti, notis alterius et tutioris, si quæ sunt, indolis deficientibus, tentavi.

I. — Venulis folii exsiccati postice conspicuis et dense reticulatis.

† Venulis exstantibus.

1. Gnetum paniculatum R. Spr. et Benth., in *Pl. Bras. bor. exsicc.*, n° 1923. = G. monœcum, glaberrimum, ramis

gracilibus; foliis ovato- v. elliptico-oblongis, acutis v. breviter acuminatis, basi rotundatis; venis tertiariis postice dense reticulatis; panicula laxa, ampla, e ramis gracilibus; spicis primum ovato-acutis et confertim verticillatis.

FRUTEX glaberrimus, ramis teretibus et nodosis. FOLIA decussata, modo ovato-acuta, modo ovato- vel elliptico-oblonga tuncque breviter et acute acuminata, crassa (exsiccata coriacea) et in margine repanda, petiolo valido introrsum sulcato et circa semi-unciali nituntur; costa antice impressa; venis omnibus postice exstantibus, secundariis maxime remotis, tertiariis dense et mirum in modum reticulatis (folio arefacto). PANICULÆ fere semipedales, laxissimæ, e ramis decussatis, spicis autem confertim (6-8 insimul) verticillatis constant. BRACTEÆ coriaceæ de more coalent; inferiores acutæ sunt, supremæ autem omni dentis s. limbi vestigio, ut solet, destituuntur; axillis fulvo-tomentosis. VERTICILLI primum dense (5-6 simul) superpositi spicas ovato-acutas etsi lineares constituunt. FLORES uniuscujusque nodi s. verticilli stipatissimi admodumque sessiles, pilos fulvos inter se admittunt. MASCULI ex perigonio obconico recte truncato et polygono, antheraque centrali alte 2-fida (lobis subglobosis, rimatis), triplici serie circinatim ordinantur, pilis parcis immistis. FŒMINEI paucissimi e perigonio primum minimo, ovato, utrinque acuto clausoque, coronam unicam masculis superpositam et pilorum copia velatam sistunt. (Fores nondum explicati tantummodo suppetunt).

Riparius nascitur prope *S. Gabriel*, in regione Brasiliæ æquinoctialis quam alluit flumen dictum *Rio Negro*, occurritque Roberto SPRUCE.

(*Herb. Martianum.*)

†† Venulis planis.

9. Gnetum Thoa R. Br., in Philippi King *Itin. australasico*, t. II (1827), p. 555. — Ad. Brongn., in Duperr. *Itin.*, bot. phaner., t. I, p. 12, n° 5. = *Gnetum urens* Blum. — Endl., *Syn. Conif.*, p. 252 et 264 (floris fem. fig. analyt.). = *Thoa urens* Aubl., *Pl. Guian.*, t. II, p. 874, tab. 336. = G. scandens, monœcum, foliis ovato-ellipticis, acuminatis; florum verticillis in spicas interruptas confertis; spermodermio pilis prurientibus scatente.

FRUTEX scandens et glaberrimus, trunco, docente b. AUBLETIO, circiter decempedali, crassitudine autem semipedali, e materie albida, laxa et hu-

more aqueo scatente, corticemque rugosum, rimatum ac gummifluum induente; ramis divaricato-oppositis, teretibus, interrupte crasseque nodosis et pro parte longe flagelliformibus (internodiis enim quandoque spithameis). FOLIA ovato-elliptica, breviter acuminata, 7-10 centim. et quod excedit longa, 4-5 lata, basi rotundata, coriacea, superne avenia nitidaque, subtus vero exiliter venulosa (venis præter costam immersis), integerrima, *petiolo* vix centimetrum longo utuntur. ANTHEMIA structuram notam obtinent, e spicis autem fiunt abbreviatis verticillisque numerosis contiguis, inde speciem cylindrico-annulatam s. torosam assumunt. Nodus florifer, crasse disciformis, cupula excipiente integer velatur, totusque tomento erecto fulvo densissimo et floribus paucis immisto tegitur. FLORES masculi et feminei minimi solitoque macriores sunt. FILAMENTUM antheriferum apice bifidum *antheræ* lobos globosos alium ab alio nonnihil dividit. Intra subexsucca seminis maturi tegumenta latent pili prurientes; nucleus autem editur (cfr. AUBLETII op. cit).

Viget in Guiana gallica (MELINONIS Herb. nº 84), vernaculeque *Thoa* audit.

(*Herb. Mus. par.*)

Gneti alterius (verisimiliter e terra paraensi Brasiliæ borealis) præcedenti super foliis, et *Gneto amazonico* nostro, infra descripto, de floribus proximi, specimen fructiferum in herbario musæi parisiensis exstat, magis autem mancum quam ut adumbrationem ejus proferre valeam.

††† Venulis impressis.

3. Gnetum Leyboldi Tul., in Martii *Fl. Bras.* (fasc. nondum edito), cum habitus adumbrat. et fig. analyt. — *Gnetum dioicum* Friderico Leybold, in Herb. Martiano et Vindob. (pro parte, planta scil. antherifera.). = G. monœcum, glaberrimum, foliis amplis, late ovatis ovatove ellipticis, vix acutis aut brevissime acuminatis, basi rotundatis, coriaceis, utrinque levibus, venulis postice laxe reticulato-impressis; panicula laxa, divaricata; spicis pedunculatis; verticillis contiguis, minimis; nodis floriferis inferne sterilibus et tomentosis; floribus quadantenus exsertis et anguste cylindricis.

ARBUSCULA (docente ill. MARTIO) glaberrima, ramis tornatis et crasse nodosis. FOLIA ut solet decussata, formam late ovatam v. ovato-ellipticam,

acutiusculam aut brevissime acuminatam, basi autem rotundatam obtinent; 12-20 centim. longitudine et 7-10 latitudine æquant; crassa sunt (exsiccata coriacea) necnon utrinque levia et nitida; venis præterea antice planis omnibus et immersis, secundariis autem (exilibus, paucis et maxime distantibus) cum costa postice prominentibus, tertiariis contra ab eadem pagina reticulato-impressis signantur, petioloque valido vix centimetrali et late canaliculato singula fulciuntur. ANTHEMIA patentissima e pedunculis 2-3 contigue in eadem axilla superpositis, 7-10 centim. longis, gracilibus, interrupte nodoso-articulatis, et spicas pedicellatas 2-3 centim. longas e nodis agentibus singulatim constant. BRACTEÆ de more geminatim connascuntur; primariæ in dentem acutum productæ demittuntur, secundariæ autem quæ scilicet nodos florigeros fovent, calycem obverse campaniformem et sæpius integerrimum fingunt. VERTICILLI in singulis spicis contigui sunt; nodi s. receptaculi floriferi (obconici) pars inclusa sterilis est tomentumque rasum et dilute fulvum induit; pars autem superior pilis longioribus et saturatioribus vestita, flores utriusque sexus de specie consimiles, pariter exiguos, anguste cylindricos, obtusosque confertim exserit. INVOLUCRUM s. perigonium masculum poro minimo oblique (extrorsum) dehiscit, *staminis*que lobos 2 globosos et contiguos brevissime exstantes tradit. FLORES feminei, masculis nonnihil graciliores et interiores, e triplici tegmine tenuiter membranaceo, nucleoque pallido et carnoso, ut decet, singuli struuntur. DRUPA crasse obovato-elliptica et obtuse papillata, pollicem longitudine excedit.

Viget in sylvis primævis, udis, Brasiliæ borealis, circa Egam, Japuram et Nogueiram provinciæ dictæ Fluminis nigri; novembri florens, decembrique et januario fructiferum, ill. MARTIO occurrit.

(*Herb. Monac. et Mart.*)

Gnetum dioicum Leybold. typum hunc simul et sequentem, fortassis haud immerito, amplectitur; flores autem utriusque sexus, cl. LEYBOLDI pace, in verticillis præcedentis una generantur, prætereaque bene multa discrimina hos inter verticillos androgynos contiguos, et verticillos mere fœmineos distantesque *Gneti amazonici* nostri, quod ad bractearum et nodi floriferi structuram attinet, animadvertuntur. Flores feminei *Gneti Leyboldi* post masculos explicantur; imperfecti tantum suppetunt.

4. Gnetum amazonicum Tul., in Martii *Flora Bras.* (fasc. nondum edito), cum iconib. — *Gnetum dioicum* Leyboldo, in Herb, Vindob. et Martiano (pro parte, stirps nempe fertilis). =

G. diœcum, foliis amplis, ovato-ellipticis, brevissime acuminatis, coriaceis, postice reticulato-granulosis; paniculis laxissimis; bracteis de specie discretis, perexiguis, lunulato-reflexis; verticillis paucifloris, remotis; ovuli tubulo interno perquam exili, vix exserto et integerrimo.

Frutex undique glaberrimus, *ramis* teretibus, articulatis et in nodis (remotis et solubilibus) maxime incrassatis. **Folia** late ovato-elliptica, brevissime acuminata nec longius basi cuneata, hinc 12-16 centimetra, illinc 7-10 metiuntur, admodum coriacea sunt et in *petiolum* validum, alte canaliculatum et semipollicarem consistunt; *costa* superne impressa, postice autem cum venis secundariis (paucis et remotissime alternis) prominente, nervis reliquis impressis denseque reticulatis; pagina antica levi et nitida, aversa e contrario (folio exsiccato) minutissime reticulato-granulosa. **Paniculæ** (de femineis loquor quæ solæ suppetunt) axillares, solitariæ v. superposite et contigue geminatæ, laxe et divaricato-ramosæ evadunt, ramis oppositis et exilibus. **Bracteæ** omnes brevissimæ reflectuntur; principes ovato-acutiusculæ sunt; quæ autem singulos verticillos lunulatæ stipant, vix conspicuæ et ab invicem discretæ consistunt nec coalent. **Flores** (feminei) oppositi, terni v. quaterni (verticillis distantibus), admodum sessiles (patentissimi) et glabri, pube ferruginea parca et brevissima axi insita cinguntur. **Calyx** ovato-acutus, angustissime pervius, e pariete crassissimo fingitur. **Ovulum** lineari-conicum, de more sessile, orthotropum, erectum ac prorsus liberum, extus *tegmine* dimidium calycem æquante, integerrimo truncatoque, intus autem *membrana* tenuiori, in tubum filiformem breviter extra calycis fauces exstantem oreque subintegro et minimo pervium protracta tegitur; *nucleus* ipse teres et abrupte acutus v. subobtusus, ad imam usque secundinæ fistulam verticem effert, cæterum, anthesis tempore, omnis cum ejusdem basi coalitionis expers.

Provenit in sylvis quas alluit flumen Amazonum, circa Egam Brasiliæ centralis, innotuitque Pœppigio, mense septembri a. D. 1831 (Herb., n° 2601, sub titulo *Thoœ urentis* Aubl.).

(*Herb. Vindobon.*).

Formam diceres *Gneti Leyboldi* mere fœmineam, verticillis distantibus, bracteisque abortivis; foliis basi cuneatis et postice granulato-reticulatis etiam differre videtur; attamen non mirarer cur typus rite diversus aliis, ut jam cl. Leyboldo, non haberetur.

II. — Venulis vagis, laxissimis, vix conspicuis, planis aut vix impressis.

5. Gnetum nodiflorum Ad. Brong., in Duperr. *Itin.*, Bot. phan., t. I, p. 12, n° 6. — *Gnetum moniliforme* ejusd., in sched. msc. (Herb. mus. Par.) = G. scandens, monœcum; foliis ovato-ellipticis, breviter acuminatis, amplis, coriaceis; florum verticillis crassissimis et ab invicem maxime distantibus.

FRUTEX ab omni parte glaberrimus, scandens, ramis cylindricis articulato-nodosis (internodiis longis, nodis autem mediis transversim coarctatis), corticemque tuberculoso-asperatum induentibus. FOLIA opposita, crassa, coriacea, utrinque nitida, ovato-elliptica, brevissime acuminata, basi rotundata vel emarginata, amplissima, nempe 10-20 centim. longa et 6-10 lata, integerrima et parcissime venosa (venis secundariis remotissimis exilibusque), *petiolo* crasso, canaliculato et centimetrum circiter longo nituntur. ANTHEMIA sedem structuramque parem atque in *Gneto venoso*, infra descripto, obtinent, multo autem majora, laxiora et magis divaricata fiunt. VERTICILLI inter se maxime distantes, modo hemisphærici, modo globosi, nunc contra crasse disciformes secundum ætatem veniunt, tandemque pro maxima parte e cupula excipiente nudi exeunt; nodus florifer inferne tomento fulvo erecto densissimoque tegitur et sterilis est, supra autem flores masculos numerosissimos stipatissimosque nec non et coronam femineam unicam axi circumpositam glaber v. subglaber gerit. CALYX masculus obconicus, vertice crassior truncatusque in labia 2 obsoleta anguste dehiscit; *filamentum* deplanatum lobos 2 *antheræ* sessilis globosos vix exserit. SACCULUS ovulifer crassior est ac in *Gneto venoso; ovulum* e membrana interna nucleo non hærente acus ope facile exuitur.

Viget in Guiana gallica (MELINONIS Herb. n° 108) et anglica (SCHOMB. Herb. n° 1013, ex sylvis Roraimæ).

(*Herb. Mus. par.*).

III. — Venulis creberrimis, repando-parallelis.

6. Gnetum venosum Spr. et Benth., in *Pl. Bras. exsicc. coll. Spr.*, n° 1579 (maio 1851). = G. monœcum, foliis ovato- vel elliptico-oblongis, hinc et illinc tenuatis, et in utraque pagina exiliter venosis, venulis parallelis, sinuosis; paniculis laxis, exilibus; bracteis connatis calyciformibus; verticillis densifloris.

FRUTEX glaberrimus, *ramulis* teretibus, gracillimis et nodosis, nodis remotis crassisque. FOLIA ovato- vel elliptico-oblonga, utrinque breviter attenuata (quandoque etiam nonnihil acuminata), 10-12 centim. longa, 3-4 lata, integerrima, repanda, tenuiter membranacea, in utraque facie concolora simul et prominenti-venulosa (sicca saltem); *venis* omnibus præter costam superne planam exilibus, secundariis remotis, tertiariis autem exilissimis sinuosis et stipatissimis; *petiolo* centimentum circiter longo. ANTHEMIA foliis breviora, alia axillaria, solitaria v. superposite et contigue geminata, alia terminalia, laxa omnia, singula e spicis (de more interruptis) simplicibus aut ex spicis oppositis in paniculam digestis constant. BRACTEÆ primariæ folium maxime deminutum fingunt; quædam autem, limbo amisso, squamam crassam ovato-acutam brevissimamque referunt; squamæ istius sortis decussatim, ut decet, oppositæ, geminatim connectuntur. FASCICULI s. verticilli pauciflori, crassitudine minimi, remoti, axi gracili trajiciuntur, singulique semi-globosi bractea crassa continua (e duabus sane connatis) integerrima calyciformi et in utroque pariete glaberrima toti arcte excipiuntur. FLORES exigui inter tomentum fulvum axis nodo fertili ubique et densissime insitum constipatissimi, bracteam haud excedunt. CALYX masculus obconico-linearis in ore truncato subinteger est et glaber. FILAMENTUM deplanatum extra calycem non exstat. ANTHERA unica summo fulcimini sessilis imponitur, continua, minima et 2-loba, lobis contiguis, globosis, ac rima lata superne dehiscentibus. FLORES feminei coronam interiorem simplicemque inter pilos de more constituunt; *calyce* ovato-lineari in summo nigrente. FRUCTUS maturus formam crasse ovatam, brevissimeque papillatam obtinet et longitudine pollicaris est; integumentum ejus externum (obsoletum et exhaustum, ni fallor, suppetit) quasi e stupa intricata s. compacta factum videtur; internum contra, de specie simplex, membranam tenuem et utrinque levem refert. NUCLEUS aridus et corrugatus totam fructus cavernulam implet.

Nascitur in ora meridionali fluminis *Rio Negro* Brasiliæ borealis, ad concursum usque fluminis *Solimoes*, auctore clar. SPRUCE (Herb. n° 1579); occurrit etiam ill. MARTIO in regione paraensi quæ propior orienti patet. (*Herb. Mus. Par.*, *Vindobon.*, *Martian.*)

Venulæ exilissimæ flexuosæ et stipatissimæ quæ in folii aridi pagina antica oblique a costa ad marginem decurrunt, speciem quodammodo sericeam et certe peculiarem eidem præstant.

7. **Gnetum microstachyum** Spr. et Benth., in *Pl. Bras. bor. exsicc.*, n° 2314. = G. diœcum (?), glaberrimum; foliis ovatis,

anguste acuminatis, basi rotundatis et exiliter venosis, venulis repando-parallelis; panicula laxa; verticillis spissatis; floribus femineis subglobosis, paucissimisque in singulis verticillis.

FRUTEX glaberrimus, *ramulis* exilibus, teretibus, remoteque et nodosis et foliiferis, nodis præterea mediocribus. FOLIA de more decussatim opposita, late ovata, in acumen acutum longiuscule angustata, basi vero rotundata, *petiolo* fulciuntur exili et centimetrali, costaque antice impressa, nec non *venulis* tenuissimis creberrimis et sinuose decurrentibus utuntur. ANTHEMIUM fœmineum (quod solum suppetit) solitarie axillare nascitur et interrupte brachiatum; *brachiis* 2 contigue superpositis in singulis bractearum axillis et dense nodifloris, supremo majore; *bracteis* brevissimis, integris, anguste cyathiformibus et in axilla dilute breviterque fulvo-tomentosis. FLORES 2-4 in singulis nodis verticillati, sessiles et globosi, tubulum ex ovuli interno tegmine protracto pallidum et brevissime exsertum ostendunt.

Oritur in provincia brasiliensi Maranæ superioris, prope *S. Gabriel da Cachoeira*, secus ripas fluminis nigri. (R. SPRUCE, l. cit.)

(*Herb. Martianum*).

Præcedentem typum (scil. *Gnetum venosum* Spr. et Bnth.) nervorum indole adprime imitatur; discriminari autem videtur foliis longe acuminatis, basi contra obtusis, anthemiisque unisexualibus.

II. — EPHEDRA.

EPHEDRA Tournef., *Inst. Rei Herb.* (ed. alt. A. D. 1700 Parisiis vulg.), t. I, p. 663, et *Coroll.*, p. 53, tab. 477 (t. III). —Rich., *Comment. de Conif. et Cycad.* (1826), p. 26-32 et 135, tab. IV et XXIX. — Endl., *Gen. Pl.*, p. 263, n° 1804; *Synops. Conifer.* (1847), p. 253. — Meyer, in *Act. Acad. sc. Petrop.*, ser. VI, t. V (1849), p. 253. — Walp. *Ann. Bot. syst.*, t. III, p. 452.

FLORES monœci v. diœci, spicati (*spicis* unisexualibus, masculis multifloris, femineis vero flores duos spurie terminales typice tantum enitentibus), monochlamydati, sessiles, bracteaque singulatim stipati; *bracteis* (*vaginis* MEYERO; *squamis* RICARDO) decussatim oppositis ac plus minus geminatim connatis. MASC. : CALYX (*involucrum* RIC.; *vaginula* MEY.) latens, amplus, utri- v. sacciformis, obovatus v. subglobosus, compressus, avenius, obtusissimus,

latealteque bilabiatus at suboccIusus, labiis enim æqualibus integerrimis et contiguis v. angustissime hiscentibus. FILAMENTUM (*androphorum* RICARDO) crassum, lineari-complanatum, ex imo calyce natum, liberum, inclusum aut partim exsertum, ac in apice obtusissimo conferte et flabellatim antheriferum. ANTHERÆ omnino sessiles vel deorsum in modum stipituli tenuatæ, minimæ, obsolete tetragonæ v. cuneiformes, obtusissimæ (truncatæ sæpius), singulæque e bursis 2 connatis poro rotundo et apertissimo in apice sigillatim perviis; *polline* pulvereo et aureo-pallido. FŒM: CALYX (*involucellum* RIC.) sacciformis, e membrana mox indurata, primum impervius, apice autem cito anguste pertusus. GERMEN nullum. OVULUM solitarium, erectum, ovato-trigonum ac monochlamydatum; tegumentum (*calyx* RIC.) tenue, ab ima basi ad medium, et ultra quidem, nucleo adnatum (etsi anthesis tempore ab eodem facile solubile), sursum versus discretum, at subito contractum, et in fistulam (*tubillum* RIC.; MEY.) exilem longe exsertam et recte v. oblique sectam productum; *nucleus* ovato-oblongus, in summo sæpius indurato-excavatus. SEMEN ovulo conforme, e testa (calyce mutato) coriacea, tegmine contra tenuissimo, *endospermio* carnoso-oleoso et crassissimo, nec non *embryone* medio, recto, antitropo, longe cylindrico et dicotyli; *cotyledonibus* crassis, semiteretibus et contiguis; *caudiculo* subæquali et cylindrico.

Frutices interdum scandentes v. arbusculæ comosæ ubique terrarum in regionibus temperatis obvii, ramis oppositis, de specie aphyllis, novellis junceis, virentibus, ac sæpissime pendulis; foliis linearibus, oppositis, vaginato-connatis, et limbo plerumque destitutis; spicis brevibus e bracteis confertim decussatis et geminatim connatis.

Unicam nuclei feminei tunicam, quam eidem inferne hærere RICARDUS ipse compertus est (1), sponsalium tempore integram tamen detrahere potui, illiusque tenuitatem postea non mutatam miratus sum. Sacculus amnioticus recens fecundatus formam linearem rectam sursum maxime acutatam et appendiculis destitutam induit, et a summo dependet nucleo,

(1) Cfr. celeberrimam illius *de Coniferis* dissertationem, p. 136.

cui enim nonnihil indurato basi cito adnascitur. De nucleo autem brevi consumpto postremum nil superest nisi membrana tenuis, tenax, et ab intus levissima qua endospermii moles embryone centrali fœta (prætereaque sane sacculo amnii accreto et sibi admodum adhærente vestita) involvitur. Id membranæ pro maxima parte cum tegmine in fistulam protracto tunc temporis coalitum, arte si facillima detraxeris, endospermium integrum nudaveris. Inde sane quibusdam oriri posset opinio nucleum *Ephedræ* suo non hærere tegmini; memorata autem membrana non solum a sincero illo tegmine fistuligero differt, sed etiam pro legitimo ovuli tegumento interiore, me saltem judice, haberi nequit; namque licet illius apex fossula sæpius cavetur, endostomaque mentiatur, impervius semper mihi visus est. Plura et certiora de argumento natura viva explorata docebit. Quod si *Ephedræ* nucleus duplici integumento præter calycem, reapse uteretur, tubus ad pulverem fœcundantem excipiendum aptatus tunc exostoma, in *Gneto* contra endostoma traduceret.

1. Ephedra americana Willd., *Sp. pl.*, t. IV, part. II (1805), p. 860. — H. B. K., *Nov. Gen. Am.*, t. II, p. 3. — Rich., *Comment. de Conif.*, p. 31, tab. 29, fig. 2. — Meyer, *Dissert.* cit., in Collect. cit., t. V, p. 287. = *Ephedra andina* Pœpp., in sched. mss. — Mey., loc. cit., p. 268. — Cl. Gay, *Fl. Chil.*, t. VI, p. 400. = E. ramis scabriusculis; spicis ovatis. obtusis; antheris 4-6; bracteis femineis supremis tandem carnosis et fructus æquantibus.

Frutex circiter orgyalis (interdum etiam arbuscula sesqui- vel bi-orgyalis) et ramosissimus, ramulos modo erectos porrigit, modo contra instar *Salicis babylonicæ* demittit. Rami undique glaberrimi, tactu scabriusculi, teretes, graciles, primumque junciformes, corticulam virentem induunt quæ postea, sicut *Vitis* nostratis cortici mos est, in fibrillas aridas secedit; rami isti nodosi (internodiis longitudine variis, plerisque tamen circiter pollicaribus) modo sibi invicem opponuntur, modo quaternatim (et quidem de specie 6-12 insimul) verticillati decussantur, senescendoque naturam ligneam assumunt. Folia vix centimetro longiora, connata opponuntur, eorumque limbus filiformis (quandoque nullus) in vaginam æquilongam qua in ima nodus matrix (interdum obsoletus, contractus) latitat, subito dilatatur; hæc autem vagina tubulosa integraque primum, ad basim usque gemmis axillaribus tumentibus hinc et inde tandem scinditur. Flores monœci. Spicæ masculæ admodum sessiles, axillares (oppositæ v. subverticillatæ) aut rarius terminales, ovatæ, obtusæ, et 6-10

millim. longæ, e bracteis s. squamis semiorbicularibus, concavis, obtusissimis, integerrimis, in limbulo angustissimo tenuato et subscarioso pallentibus, basi breviter geminatim connatis, tetrastiche confertissimis (oppositis), numeroque 6-10, in singulis spicæ lateribus s. angulis, constant. CALYX late sacciformis, obtusissimus et 2-labiatus (labiis integerrimis) bractea suffulciente brevior est. COLUMNA antherifera linearis, complanata, crassa, rigida, squamam maternam nonnihil excedit, antherasque exsertas facit. ANTHERÆ 4-6, aliæ tetragonæ, aliæ conoideæ, omnes obtusissimæ, recte truncatæ, sessiles, superiores nonnihil basi attenuatæ, flabellatim confertimque erectæ, ab invicem liberæ, et extrorsum secundæ, duplici poro singulæ in vertice dehiscunt, intusque septo medio in locellos 2 dividuntur; *polline* aureo. SPICÆ femineæ bracteis paucioribus, laxioribus, basi plus minus geminatim connatis (quarum extremæ succulentæ fiunt) struuntur, et flores 2 contigue oppositos in vertice sessiles sustentant. MICROPYLE in canaliculum exilem, rectum, oblique truncatum (ore propterea 1-labiato) ultra calycis ostiolum longiuscule protrahitur. SEMINIS ovato-lanceolati, subtriquetri, antice nempe deplanati, postice e contrario convexi, tegumentum exterius (e calyce aptato) fuscum, crassum et coriaceum de more est; tunica autem interior tenuis et subachroa; *perispermium* et *embryo* centralis, rectus et dicotylis, simul pariterque oleoso-carnosa, aurea. Semen immaturum bracteas maternas diu longe excedit, eisdem vero tandem protractioribus et carnosis factis æquatur et velatur. Bracteæ binæ supremæ longe connascuntur.

Nascitur in collibus et montibus terrarum occidentalium Americæ meridionalis totius, nempe in regno Novo-Granatensi (*Herb. Hartweg.* n° 1394), Quitensi (BONPLANDI *Herb.* n° 3079), ac Peruviano (DOMBEYO et RUIZIO testib. in *Herb. Musæi Paris.*); in variis Boliviæ provinciis, nempe Tominensi et Ayopayensi, nec non circa *la Paz*, *Oruro* et *Potosi*, arenam secus torrentes prædiligit, licet in apricis saxosis montium frequens etiam oriatur (PENTLANDI *Herb.* n° 25; Orbiniani nn. 1516 et 1519; WEDDELII nn. 3907 et 4173); apud Chilenses ubique fere reperitur, videlicet tum in alpibus præruptis, tum in plagis arenosis ad littora Oceani, octobri ineunte floret, vernaculeque *Pingo-Pingo* et *Frutilla* (i. e. Fragaria) *del campo* audit (auctoribus GALDICHALDO, GAYO, PŒPPIGIO, CUMINGIO [*Herb.* nn. 372 et 1210] et BERTERO in *Herb. Musæi parisiensis*).

In andibus Potosinis ad nives usque sempiternas, scilicet ad altitudinem MMD hexapodum, rara ascendit, secundum ORBINIUM; ad altitudinem duplo

circiter minorem, nempe MCCL hexapodum, in regione Tominensi, altius autem circa *la Paz*, crescentem vidit clar. WEDDELLIUS.

(*Herb. Mus. par.*, *Vindobon.*, *Monac.*).

2. Ephedra Tweediana C.-A. Meyer, in *Act. Acad. sc. Petropol.*, l. cit., p. 286, fig. 9 (tab. VII). = E. ramis levibus; foliorum vaginis membranaceo-scariosis; bracteis supremis spicæ femineæ vix incrassatis.

Ab *Ephedra americana* nostra præcedente non differre mihi videtur nisi ramis hornis levioribus (utplurimum scilicet neutiquam scabriusculis), foliorumque vaginis tenuissimis membranaceo-scariosis et pellucidis. Hoc saltem de planta mere mascula, sola mihi suppetente, cujus spicæ antheriferæ ab omni parte cum stirpe præmissa congruunt, dicere queo. Spicæ femineæ, docente MEYERO, solæ etiam in certis individuis occurrunt; earumdem bracteæ tempore maturo non carnosæ fieri creduntur tubusque micropyles in ore tuncatus et obsolete crenulatus visus est (Cfr. MEYERI loc. cit.)

In agro montevidensi Brasiliæ australis, mense maio A. D. 1767, COMMERSONI, et, recentiori ævo, GAYO et GALDICHALDO occurrit. Specimina MEYERO adumbrata, TWEEDIO lecta, circa Bonariam creverant.

(*Herb. Mus. par.*).

3. Ephedra humilis Wedd., in *Ann. sc. nat.*, ser. 3, t. XIII (1850), p. 251. — Walp., *Annal.*, loc. cit. = E. humillima; foliorum vaginis haud scariosis; bracteis femineis laxis, supremis fructus duplo breviores velantibus.

FRUTICULUS est humillimus cujus rami primarii filiformes et nodulosi instar rhizomatum hypogæi reptant; ex his extremis brachia nascuntur crassiora, divaricato-corymbosa, brevissima partimque hypogæa quæ *ramulos* de more junciformes gracillimos flexuosos et 2-5-pollicares exserunt. RAMULI isti, ut decet articulati (internodiis vix semi-pollicaribus, nodis modice v. neutiquam incrassatis), vaginulas geminatim et decussatim connato-oppositas, ovato-acutas, brevissimas, haud scariosas, tandemque aridas, foliorum loco gerunt. SPICÆ femineæ (quæ tantum dantur) ex imis ramulis epigeæ sessiles erectæque oriuntur, singulæ e singulis vaginarum (foliorum) axillis; perfectiores e bracteis 6-10 late ovatis, vix acutis, tenuibus, quadruplici decussatoque ordine instructis,

laxe imbricatis, de more maxime inæqualibus et basi geminatim plus minus coalitis constant; bracteæ supremæ quatuor, cæteris multo majores, introrsum margine nonnihil revolutæ ac longius connatæ, maturo tempore crasse succulentæ evadunt et nitide rubent. SEMINA 2 juxtaposita, ovata, acutiuscula, hinc plana, inde convexa, fusca et levia, singulis spicis summa sessiliaque sustentantur, et bracteis supremis semper duplo longioribus excepta penitus occultantur; tubulus micropyles longiuscule extra perigonii porum protractus oblique secatur; perispermium embryoque medius inclusus pallide virent, nec aureo inficiuntur colore.

Oritur in arenosis udis Andium peruvianarum circa lacum *Titicaca*, MDCCC hexapodum supra Oceani ripas, nec non in jugis montium Tacorensium (provinciæ peruanæ Tacnensis), ad altitudem MM hexapodum, WEDDELLIoque fructifera reperta est ann. 1847 et 1851, vere. (Herb. propr. n° 4385).

(*Herb. Mus. par.*).

Ab *Ephedra andina* cujus formam pusillam, alpinam, mentitur, bracteis (femineis) laxioribus, semineque dimidio minori nec unquam exserto tuto sane distinguitur.

4. **Ephedra triandra** Tul., in Martii *Flora Bras.* (fasc. mox edit.), cum fig. — E. vaginis foliorum pellucido-scariosis; spicis ovato-acutis; antheris tribus in singulis androphoris; bracteis fructus stipantibus vix incrassatis.

FRUTICULUS undique glaberrimus, *ramis* teretibus, gracillimis, initio virentibus lævibus et junciformibus, tandem corticulam pallentem et rimatam induentibus, atque e nodis incrassatis brachia plurima agentibus; internodiis sæpius pollicaribus. FOLIORUM loco squamæ exstant decussatæ, connatæ, ovato-acutissimæ, longitudine circiter lineares, margine late et tenuissime scariosæ, moxque, ut videtur, ab invicem liberæ (vaginula intermedia lacerata pereunteque) et aridæ persistentes. FLORES ut videtur diœci. SPICÆ masculæ anguste ovato-acutæ, obtuse tetragonæ, 6-8 millim. longæ, admodum sessiles et erecto-patentes, aut oppositæ binantur aut quaternæ circinant; *bracteis* ovatis, concavis, duris, in margine tenuato subscariosis, breviter geminatim coalitis, infernis et superioribus acutis, mediis autem obtusis. CALYX e membrana tenui, obovatus, obtusissimus, 2-fidus, labiis de more bracteæ parallelis, eadem vix brevioribus, modiceque hiantibus. ANTHERÆ 3 oblongæ, subtetragonæ et recte truncatæ, poris 2 latis singulæ dehiscunt; interiores duæ, tertia brevior prioribus inter-

media et supposita; omnes in sustentaculo communi lineari-deplanato et bracteam æquante plane sessiles, extremæ, exsertæ, confertim erectæ et extrorsum secundæ; *polline* pallido. SPICÆ femineæ ramulos breves, nempe vix centimetrum longos, ac sæpius de more oppositos solitariæ terminant; ovatæ et utrinque acutissimæ sunt *bracteis*que 6-10 ovatis, laxe imbricatis, patulis et maxime inæqualibus, infernis minimis acutioribusque, supremis omnium maximis et brevissime (extremis quidem) basi connatis struuntur. FLORES 2 de specie terminales, oblongo-elliptici, plano-convexi et antica facie, ut assolet, contigui, bracteis semper pro maxima parte velantur tubulumque ex micropyle longe protracta exilem subflexuosum et oblique, ut videtur, truncatum exserunt. SEMINA fusco-badia florum formam retinent, 6-8 mm. longitudine metiuntur bracteisque ut videtur coloratis at neutiquam aut vix incrassatis tota fere abscondita excipiuntur. Quoad endospermium aureum et embryonem (ejusdem naturæ et coloris) conclusum, frutex de quo agitur *Ephedram andinam* Pœpp. prorsus imitatur.

Oritur in provincia austro-brasiliensi *del Rio-Grande* (Herb. Imp. Bras. et Gald., nn. 697, 877, 1017 et 1743). Specimina supra descripta in herbario Musæi parisini continentur.

(*Herb. Mus. par.*).

Tute distinguitur a cæteris *Ephedris* austro-americanis quæ mihi innotuerunt, ejusque criterium in foliorum vaginis pellucido-scariosis, spicis utriusque sexus acutis, antheris ternatim sociatis ac fulcimine toto incluso innixis, nec non in seminibus crassis et bracteis stipantibus haud incrassatis præcipue versatur.

DES

FORMATIONS VÉSICULAIRES

DANS LES CELLULES VÉGÉTALES,

Par M. Aug. TRÉCUL.

IV. — Des vésicules pseudo-nucléaires.

Entre les vésicules fausses vacuoles et le nucléus s'en placent d'autres que je puis appeler ***vésicules pseudo-nucléaires***, parce qu'elles commencent par des globules protoplasmiques homogènes, semblables aux très jeunes nucléus. J'en citerai trois types des plus intéressants.

L'une de ces vésicules est si remarquable, que j'ai été quelque temps sans savoir si je n'avais pas sous les yeux un végétal parasite nouveau ; mais je finis par découvrir dans un grand nombre de spécimens, dont je donne ici quelques figures, des caractères qui m'ont prouvé qu'elle est bien un élément du fruit du ***Solanum nigrum*** qui la contient, et qui seul me l'a montrée jusqu'à présent. Pour bien l'observer, il faut examiner le suc de la baie sans ajouter d'eau.

Elle débute par un globule grisâtre dont la dimension varie. J'en ai trouvé qui n'avaient que 0,004 de millimètre de diamètre, et d'autres qui avaient jusqu'à 0,0175 (pl. 4, fig. 1, 2, 3). A une certaine place de la périphérie interne d'un tel globule devenu vésicule naît une aréole lenticulaire (pl. 4, fig. 4, *a*) qui rappelle un nucléus déprimé ; cette aréole, d'abord incolore ou grisâtre comme le reste du contenu de la vésicule, et qui devient un peu granuleuse ainsi que lui, se colore graduellement en vert. Sa

teinte est faible dans le principe, et acquiert ensuite autant d'intensité que le montre la figure 5 en *a*, planche 4. Cette aréole vue de côté a souvent la forme du croissant. Le reste de la substance conserve sa couleur grise. Telle est la vésicule dans sa plus grande simplicité ; mais elle est fréquemment composée. Alors le globule gris, ou vésicule primitive, peut en produire deux, trois, six, dix, et même vingt dans son intérieur, et elle continue de les entourer, ainsi que le font voir les figures 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, planche 4. Ces vingt vésicules secondaires ont la même structure et la même dimension que la vésicule simple de la figure 5, c'est-à-dire qu'elles ont une aréole verte et un contenu grisâtre.

Les figures 6 et 9, planche 4, montrent des vésicules mères contenant chacune deux vésicules secondaires. Dans la figure 9, celles-ci semblaient encore imparfaites ; elles étaient au contraire achevées dans la figure 6, et les aréoles étaient vues de côté. Dans la figure 8, planche 4, les aréoles étaient vues de face, ainsi que dans les vésicules secondaires *v'* de la figure 10. Cette figure 10 contenait en outre, en *v''*, deux globules, qui probablement étaient le commencement de deux autres vésicules secondaires.

Dans quelques vésicules des plus composées, on remarque parfois, parmi les vésicules secondaires, un gros nucléus vésiculaire avec son nucléole. C'est un tel nucléus qui est représenté en *n*, fig. 12, pl. 4. Il a une assez grande dimension par rapport à la vésicule mère. On voit ses nucléoles en *n'*.

Dans d'autres vésicules composées, il existe une ou plusieurs vésicules secondaires remplies d'un liquide rose (pl. 4, fig. 13 et 15 en *r*). Dans quelques autres, le nombre des vésicules roses prédomine, comme l'indique la figure 21, dans laquelle on ne trouve plus que deux vésicules à aréoles vertes, avec cinq vésicules roses. Les organes représentés par les figures 21 et 15 semblaient démontrer que ces vésicules deviennent des cellules ; car ils sont en petit l'image d'une cellule semblable à celle que montre la figure 22, planche 4. On arrive encore à la même conclusion par l'observation de vésicules semblables à la figure 14, planche 4. C'est une vésicule dans laquelle est née une vésicule fausse vacuole qui a grandi considérablement, et a refoulé les

autres vésicules secondaires *v'* sur le côté, avec le protoplasma qui les enveloppe. Elle peut dilater tellement la vésicule mère, que j'en ai mesuré qui avaient le diamètre énorme de 14 centièmes de millimètre. On voit souvent de ces vésicules fausses vacuoles, que MM. Mohl et Nägeli regardent comme de simples vacuoles, se colorer en rose, c'est-à-dire que l'on en trouve à tous les degrés de coloration entre la teinte dite incolore et un rose violet plus ou moins foncé. Les grandes vésicules composées, sans vésicules fausses vacuoles ou sans vésicules roses, atteignent 0,06 de millimètre, et la vésicule simple a environ 0,005 à 0,008 de millimètre ordinairement.

Je dois prévenir une objection qui pourrait m'être faite relativement à la transformation de ces vésicules composées en cellules. On me dira peut-être que ce ne sont pas des vésicules, mais des jeunes cellules nées par formation libre. Ma réponse sera facile ; car il est bien évident que les vésicules secondaires renfermées dans les composées ne sont pas des cellules proprement dites. Ce sont certainement des vésicules analogues aux vésicules fausses vacuoles incolores, ou roses, qui les accompagnent quelquefois. Or ces vésicules secondaires (pl. 4, fig. 6, 8, 11, 12, 13, *v'*) ont la même structure que les vésicules simples (pl. 4, fig. 5), dont on trouve tous les degrés de développement dans le liquide de la pulpe, et ces vésicules simples ont assurément la même origine que les vésicules composées ; elles commencent ainsi que ces dernières par un globule grisâtre. Si la vésicule simple est une vésicule et non une cellule, la vésicule composée est une vésicule aussi. Si l'on admet que la dernière est une cellule, la vésicule simple, et par conséquent la vésicule secondaire qui est identique avec elle, sont aussi des cellules. Si l'on ne veut pas que la vésicule secondaire renfermée dans la vésicule composée soit une vésicule, mais une cellule, la vésicule rose des figures 13, 15, 21, etc., doit être également considérée comme une cellule. Il en sera de même de la vésicule fausse vacuole de la figure 14 *f*, planche 4, qui refoule sur le côté les vésicules secondaires comme de simples grains ou vésicules de chlorophylle, avec lesquels elles ne sont pas sans analogie. Le lien qui unit toutes ces

vésicules est si intime, que l'on trouve aussi, éparses dans le liquide intercellulaire de la pulpe, des vésicules roses isolées, telles que les montrent les figures 25 et 26 (pl. 4) à tous les degrés de coloration. On ne trouvera certainement pas de différence entre ces vésicules roses isolées et celles qui sont enfermées dans les vésicules composées (pl. 4, fig. 13 *r*, 15 *r*), ou dans les cellules représentées par les figures 22 et 23, planche 4. Dans cette dernière figure, les vésicules roses sont accompagnées de quelques vésicules chlorophylliennes *v*. Si les premières sont considérées comme de jeunes cellules, les dernières doivent l'être aussi. On voit donc déjà qu'il existe une transition insensible entre ces formations vésiculaires et la cellule proprement dite. Cette vérité deviendra plus évidente encore par la suite.

Si, d'autre part, on voulait arguer de ce que ces vésicules à aréoles vertes, ou les globules qui leur donnent naissance, ne sont guère observées qu'en dehors des cellules proprement dites, ce serait admettre qu'il existe un mode de multiplication interutriculaire. Mais il me paraît bien plus vraisemblable qu'il arrive ici ce qui s'accomplit dans le sac embryonnaire, dans l'albumen du *Sparganium ramosum*, dont j'ai parlé à l'occasion de la multiplication utriculaire par les nucléus, c'est-à-dire que tous ces globules gris, que toutes ces vésicules vertes, roses, incolores, sont nées dans des cellules qui ont ensuite été résorbées, ou au moins dans un liquide sorti des cellules mères par la résorption de leurs membranes; que ce liquide hors des cellules continue à *vivre*, à *végéter*, à donner naissance à de nouvelles vésicules, ou si l'on aime mieux à de nouvelles cellules, car évidemment on est conduit à rapprocher ce phénomène du mode de formation libre des cellules. Il est vrai que, dans le mode de multiplication utriculaire appelé *libre*, les anatomistes admettent qu'il naît d'abord un nucléus, que du protoplasma se dépose autour de ce nucléus, et qu'une membrane utriculaire naît autour de celui-ci. J'ai déjà cherché à prouver, et je crois avoir réussi, que M. Hofmeister lui-même, qui a si bien vu ce qui se passe dans le sac embryonnaire, est allé au delà de ses observations. Il n'a point vu le dépôt de protoplasma autour des nucléus ; il le dit à la page 10 de

son travail cité plus haut. Et pourtant, influencé par les idées dominantes, il l'adopte à la page 61, comme général dans la multiplication des cellules à l'intérieur du sac embryonnaire. MM. Mohl, Nägeli, Unger, Schacht, Schleiden, etc., admettent la même théorie. Un examen plus attentif les amènera à reconnaître, j'en ai la conviction, que, dans cette circonstance, c'est la membrane de la vésicule nucléaire elle-même qui devient la membrane utriculaire. C'est absolument ce qui se passe chez beaucoup de mes vésicules. On le voit donc, de quelque manière que l'on envisage la question, on trouve que ces formations vésiculaires se confondent avec les cellules ordinaires.

Cela prouve que nos définitions ne peuvent souvent rien présenter d'absolu, et que nous ne devons pas attacher trop d'importance à les rendre très précises, puisqu'il est impossible dans beaucoup de cas de leur donner toute la netteté que peut désirer notre raison.

Bornons-nous donc à nommer *cellules* les organes vésiculaires qui sont ordinairement munis d'une enveloppe de cellulose, et *vésicules* les petits organes vésiculiformes qui sont renfermés dans les cellules ordinaires, en reconnaissant par la pensée le lien intime qui unit les unes aux autres.

Après cette digression, je reviens à mes vésicules pseudonucléaires, dont d'autres exemples m'ont été offerts par les *Solanum Dulcamara* et *Berterii*.

Ces vésicules commencent aussi par des globules gris. Il paraît y en avoir au moins deux sortes dans la baie du *Solanum Dulcamara :* les uns fort petits (pl. 4, fig. 31, 32), les autres beaucoup plus volumineux (fig. 37, 38). L'une et l'autre sorte conduit à la cellule contenant des vésicules, qui renferment elles-mêmes des granules de couleur rouge de Mars ; mais ces deux sortes ne se comportent pas identiquement de la même manière. Dans les uns, et ce sont surtout les plus gros chez lesquels on remarque ce phénomène, il se fait souvent une vacuole qui finit par occuper à peu près toute la cavité de la vésicule, en refoulant le protoplasma qui est bientôt réduit à une couche périphérique plus ou moins épaisse, soit sur tout le pourtour de la vésicule comme dans la fig. 39, pl. 4,

soit sur une partie de ce pourtour, comme figure 41. Dans ce protoplasma se manifestent des petites taches orangées, qui ne tardent pas à se montrer comme des vésicules contenant des granules colorés. Dans d'autres globules grisâtres, le protoplasma semble avoir entièrement disparu (pl. 4, fig. 40); tout le contenu de la vésicule est homogène et incolore; mais du pourtour interne de la pellicule qui la limite naissent çà et là de petites éminences orangées ou rouges *c*, enserrant déjà de très petits granules plus foncés, lesquelles éminences deviennent des vésicules.

Chez les plus petits globules gris, comme le montre la gradation qui existe dans les figures 31, 32, 33, 34, 35 et 36 de la planche 4, on n'observe, à aucune époque, de vacuole ou de vésicule fausse vacuole; on voit poindre çà et là dans le contenu grisâtre des ponctuations rouges, dont le nombre et la largeur augmentent avec l'accroissement de la vésicule. Dans les petites vésicules représentées à la planche 4 par les figures 33, 34 et 35, on ne distinguait que des taches rouges mal limitées; dans la vésicule représentée par la figure 36, au contraire, un examen attentif faisait découvrir que les taches rouges, qui étaient aussi très élargies et elles-mêmes en apparence granuleuses, occupaient chacune le centre d'une masse protoplasmique grisâtre, séparée de ses voisines par une légère ligne sombre. Enfin, dans certaines vésicules, les masses protoplasmiques à contenu coloré, ou jeunes vésicules secondaires, étaient très nombreuses (pl. 4, fig. 36); tandis que chez d'autres, il n'y avait qu'un petit nombre de ces vésicules de second ordre (pl. 4, fig. 45, 46 et 47).

Dans l'arrière-saison, quand les organes herbacés de la plante commencent à se flétrir, ou peut-être à la dernière période de la végétation des fruits du *Solanum Dulcamara*, j'ai trouvé fréquemment, dans ces baies, de grosses vésicules globuleuses aussi, remplies par un grand nombre de grains assez gros et incolores, qui étaient entourés par le contenu de la vésicule, dans lequel la matière colorante rouge paraissait suspendue ou plutôt dissoute; les grains eux-mêmes semblaient incolores, comme le montre la figure 48.

Dans le *Solanum Berterii*, les globules grisâtres primitifs, plus

ou moins volumineux (pl. 4, fig. 50, 51 et 52), produisaient ordinairement une ou plusieurs vacuoles ou vésicules fausses vacuoles dans l'intérieur de leur protoplasma (je me sers ici indifféremment de ces deux termes *vacuoles* et *vésicules fausses vacuoles*, parce que dans ces petits organes il n'est pas toujours aisé de dire s'il y a vésicule ou non ; cependant je suis porté à croire, par l'analogie avec les objets représentés par les figures 16, 17, 18, 19, 20, 21, etc., qu'il y a vésicule). Les cavités occupent une étendue plus ou moins considérable (pl. 4, fig. 53 à 59). Quand il n'y a qu'une couche peu épaisse de protoplasma autour de la vésicule mère, comme figure 55, on voit naître dans ce protoplasma des globules jaunes ou vésicules secondaires (fig. 56) qui sont pourvues elles-mêmes de fines granulations. Quand le protoplasma est répandu inégalement sur deux ou plusieurs portions du pourtour de la vésicule, les vésicules secondaires n'occupent que ces espaces (fig. 56); quand il est réparti à peu près également, les vésicules secondaires peuvent naître sur toute la périphérie interne de la vésicule, comme dans la figure 57, planche 4. D'autres fois, au contraire, il ne se fait pas de vacuoles dans le protoplasma du globule gris ou vésicule mère, ou, s'il s'en fait, elles n'occupent qu'une petite étendue. Dans la vésicule représentée par la figure 59, planche 4, on observait de ces cavités v'' ; à l'intérieur de la vésicule qu'indique la figure 58, il ne s'en était pas développé. Dans ces circonstances, les vésicules secondaires v' ne naissaient plus au pourtour de la vésicule mère ; elles étaient éparses dans son contenu incolore, comme on le voit dans les figures 58 et 59 que je viens de citer. Ces vésicules secondaires v' donnaient elles-mêmes naissance à des globules jaunes relativement gros, qui étaient, selon toute probabilité, des vésicules de troisième génération, mais dont l'opacité empêchait de voir l'intérieur.

Ces diverses sortes de vésicules mères, nées, ainsi que le nucléus, d'un globule protoplasmique grisâtre, prenaient donc aussi les caractères et les dimensions de cellules véritables, dans les fruits des *Solanum Dulcamara* et *Berterii*, de même que les vésicules citées précédemment.

Enfin la troisième vésicule pseudo-nucléaire que j'ai l'intention

de décrire se rencontre dans le pédoncule charnu du *Podocarpus sinénsis*. Bien que je ne l'aie pas vue se changer en cellule véritable, elle n'est pas moins intéressante que les précédentes, parce qu'elle offre un mode de multiplication analogue à celui de certaines cellules. Cette vésicule ou ces vésicules (car il paraît y en avoir plusieurs sortes) sont incolores, ainsi que leur contenu. Les unes ont des parois relativement assez épaisses et l'apparence de nucléus (pl. 3, fig. 11) plus ou moins volumineux. Les autres, de dimensions extrêmement variables (pl. 3, fig. 14 et 15), ont des parois très minces. D'autres contiennent des grains d'amidon, comme dans les figures 18 et 19 en *a*, planche 3. Ces dernières s'éloignent des vésicules pseudo-nucléaires, et rentrent dans la catégorie des *Brutbläschen* de M. Nägeli, et que j'appelle *vésicules mixtes*, parce que le mot allemand ne saurait être convenablement traduit en français, et aussi parce qu'elles semblent tenir le milieu entre la vésicule chlorophyllienne, la vésicule amylacée et la cellule proprement dite. Ces dernières vésicules du *Podocarpus* paraissent avoir, comme les autres, la faculté de se multiplier (fig. 19, *b*).

Quand la membrane de la vésicule a une certaine épaisseur, que celle-ci soit réellement un nucléus ou non (je n'y ai pas vu de nucléole), on remarque fréquemment sur cette membrane une partie, quelquefois deux, et probablement il y en a parfois davantage, où elle est très amincie, comme en *b*, fig. 11, pl. 3. Chez d'autres vésicules, cette partie amincie se dilate considérablement (pl. 3, fig. 12 *b* et 13 *b*). La partie *a* de ces figures représente la vésicule mère, et la partie *b* la portion dilatée de cette vésicule. A la figure 12 en *c*, on voit s'élever, sur la partie nouvelle de la vésicule, des petites anses qui sont, par rapport à la partie *b*, ce qu'elle est elle-même par rapport à la vésicule mère *a*. Sur la figure 17, on observe un grand nombre de proéminences semblables, mais plus grandes, occupant une étendue assez considérable de la surface de la vésicule mère. La figure 14 représente une série de vésicules, qui semblent avoir eu pour point de départ la vésicule *a*. La dégradation dans la dimension de chacune des vésicules *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, paraît au moins l'indiquer. La figure 15 représente plusieurs petites vésicules nées dans le liquide même

ou séparées des vésicules mères. La figure 16 de la planche 3 en indique une qui avait à sa surface une série décroissante de très petites vésicules à côté les unes des autres. Leur position en série décroissante montre bien qu'elles sont nées là de la vésicule qui les porte, selon toute apparence de la même manière que les ampoules *c* de la figure 12 se développent sur la partie *b* de cette vésicule.

J'ai figuré deux spécimens des vésicules contenant de l'amidon : l'une simple (pl. 3, fig. 18), l'autre (fig. 19) portant deux vésicules *b* plus petites, auxquelles elle a donné naissance.

Ces curieuses vésicules du pédoncule du *Podocarpus sinensis* sont une nouvelle preuve, sous une autre forme, de l'analogie des vésicules proprement dites avec les cellules ordinaires.

V. — Des vésicules chromulifères.

Les matières colorantes ne sont pas toujours réparties de la même manière dans les cellules végétales. Quelquefois même elles n'y existent pas toutes formées ; elles ont besoin de l'influence oxygénante de l'air pour apparaître dans certains végétaux. Tel est, par exemple, l'indigo dans les diverses plantes qui le renferment. La garance est à peu près dans le même cas. Ne formant qu'une solution jaune assez faiblement colorée dans les cellules de la plante vivante, elle acquiert sa belle couleur rouge par l'oxygénation. Quant aux matières pigmentaires des végétaux, elles sont tantôt en dissolution dans le contenu de la cellule (les couleurs rouges, roses, violettes, bleues, sont le plus souvent dans ce cas (1) ; la couleur jaune de la racine de Rhubarbe, celle du *Curcuma*, etc., sont aussi à l'état liquide dans les cellules), tantôt elles imprègnent même la membrane cellulaire (bois de Campêche, bois du Brésil, etc.), tantôt elles sont répandues seulement au pourtour interne de la cellule, mêlées à la couche protoplasmique qui les produit (pl. 5, fig. 1 *A*, et 33 *a*, *b*, *c*) ; ou bien elles y sont contenues dans des sortes de petites masses de formes diverses, qui

(1) *Note de l'auteur.* — On verra plus loin que la matière colorante bleue est quelquefois à l'état granuleux.

sont fréquemment revêtues d'une pellicule mince, et constituent alors des vésicules réelles. Ce sont ces petites masses ou grains, surtout les grains de chlorophylle, qui ont été l'objet de recherches et de discussions si nombreuses, ayant pour but de déterminer s'ils sont ou non limités par une membrane.

Andrea Comparetti (*Prodromo de fisica vegetabile*, Padova, 1791, p. 11) paraît avoir le premier signalé les grains verts; il semble même avoir vu les grains d'amidon (sans toutefois en indiquer la nature) enveloppés par la matière verte.

Sprengel (*Anleitung zur Kenntniss der Gewächse*, Halle, 1802) employa le mot *vésicule* pour la première fois, dans le sens qu'on lui attribue aujourd'hui, pour désigner les grains d'amidon et ceux de chlorophylle, qu'il considérait comme les rudiments des cellules. Il est vrai qu'il ne nomme pas l'amidon, et qu'il ne parle pas de la couleur verte des vésicules; mais il indique assez le premier (page 89) comme existant dans les cellules des cotylédons du Haricot, et les secondes (page 98) dans les végétaux aquatiques inférieurs composés simplement de cellules.

Treviranus (*Vom inwendigen Bau der Gewächse*, etc., Göttingen, 1806) partage l'avis de Sprengel. Il dit aussi que dans les plantes aquatiques, les grains sont pâles ou incolores dans la partie plongée dans l'eau, et qu'ils sont verts dans la partie aérienne. Dans le pétiole de l'*Aucuba japonica*, il a vu la matière verte disposée en amas (probablement autour du nucléus).

Vahlenberg (*De sedibus materiarum immediatis in plantis*, 1806, p. 69-70) a remarqué l'état amorphe (qu'il appelle glutineux) de la matière verte, et l'état granuleux, qu'à l'exemple des anciens chimistes, il appelle *fécule verte* (*fecula viridis*). Cette dernière résulterait d'une modification, d'une sorte de coagulation du suc cellulaire.

Link (*Grundlehren der Anat. u. Physiol. der Pflanzen*, Göttingen, 1807, p. 36) dit que l'on pourrait nommer la matière verte *matière colorante résineuse*, et qu'elle se présente dans les plantes soit comme une masse grasse granuleuse, soit comme des vésicules, ou bien comme un revêtement épais de la paroi cellulaire. Plus tard il pensa (*Elém. de philos. bot.*, § 54) que la chloro-

phylle se forme toujours sous l'état globuleux, qu'elle abandonnerait ensuite.

Moldenhawer (1812) crut, comme Wahlenberg, que les grains étaient le résultat de la coagulation du suc.

Dutrochet prétendit que les globules verts des végétaux, et en particulier de la Sensitive, étaient des corpuscules nerveux, c'est-à-dire des cellules globuleuses, microscopiques, remplies de substance nerveuse. Il abandonna plus tard cette opinion.

Turpin (*Mém. du Mus. d'hist. nat.*, t. XVI, 1828, — *Ann. de la Soc. d'hort. de Paris*, III) et Raspail (*Nouv. syst. de chimie organique; Nouv. syst. de physiol. végétale*, 1837, p. 227) admirent, comme Sprengel et Treviranus, que les grains de chlorophylle et l'amidon étaient des petites vésicules qui devenaient des cellules en se développant. Voici comment M. Raspail explique l'origine de ces vésicules, à la page indiquée plus haut : « La paroi des cellules serait composée de globules pressés les uns contre les autres et assez petits pour être invisibles. Par suite d'une impulsion fécondante, quelques-uns de ces grains s'accroissent en dedans de la cellule ou vésicule mère, et donnent ainsi naissance soit aux granules verts, soit aux granules féculents, qui, à cause de cela, sont attachés par un hile à la paroi cellulaire. Bientôt ces granules se pressent les uns contre les autres en grandissant; ils remplissent alors d'un vrai tissu cellulaire la capacité du tégument. »

Je n'indique ici cette théorie qu'afin de montrer qu'elle n'a rien de commun avec la transformation des vésicules en cellules, que je signale dans ce travail à l'occasion de diverses sortes de vésicules. Il en est de même de la théorie de Turpin, qui n'avait pas plus de raisons que Sprengel et Treviranus pour émettre une telle opinion.

Meyen (*Phytotomie*, Berlin, 1830, p. 148-151) admit l'existence des vésicules dans le suc cellulaire. Elles sont, dit-il, ordinairement colorées en vert dans le caudex ascendant, et incolores dans le caudex descendant. Les vésicules vertes doivent cette teinte à de la chlorophylle étendue sur leur périphérie interne. Les vésicules incolores de la racine brunissent quelquefois en vieillissant. Meyen crut plus tard s'être trompé en admettant l'existence des

vésicules, car il dit à la page 201 du tome I[er] du *Neues System der Pflanzenphysiologie*, publié en 1837, qu'il a été induit en erreur par des grossissements trop faibles, et par les vésicules vertes qui, dans les cellules des conferves, sont bien des vésicules, mais qui là représentent des spores.

De Mirbel, en 1831 (*Recherches anatomiques et physiologiques sur le* MARCHANTIA POLYMORPHA, etc., *Mém. de l'Acad.*, t. XIII, p. 344), dit que la matière verte de cette plante est contenue dans des sphérioles ou petites vésicules fixées sur les membranes cellulaires.

Treviranus (*Beitr. z. Pflanzenphysiologie*, p. 78-83, et *Physiol. der Gewächse*, Bonn, 1835, t. II, § 364) dit que les globules proviennent de l'organisation de la matière verte amorphe; que dans les cellules des conferves, on ne voit dans le principe, à chaque articulation, que de la chlorophylle gélatineuse en grande quantité et un très petit nombre de granules. Plus tard, la matière amorphe diminue à mesure que le nombre des granules augmente. Enfin, plus tard encore il ne reste aucune trace du principe gélatineux.

M. H. Mohl (*Ann. sc. nat.*, 1837, t. IX) distingue la chlorophylle amorphe et la chlorophylle granuleuse. Il n'admet pas la nature vésiculaire de celle-ci, et il assure que les grains de chlorophylle bien développés ont toujours pour noyau un ou plusieurs grains d'amidon. Ces grains peuvent être ou fixés à la paroi, ou nager dans le suc de la cellule, ou être réunis autour du nucléus.

M. Th. Hartig, qui a déjà émis trois théories sur la constitution de la cellule, pensait, en 1844 (*Das Leben der Pflanzenzelle*, Berlin), que la jeune cellule serait formée dans le principe par une membrane simple, qui envelopperait le contenu liquide de la cellule. Cette membrane se dédoublerait, et entre ces deux pellicules naîtrait la nouvelle génération de cellules. Celles-ci seraient de trois sortes : les cellules de digestion, les cellules de multiplication et les cellules colorées. M. Hartig nomme ces dernières *cellules de l'*EUCHROME (*Euchromzellen*), et il pense que, de même qu'elles sont contenues entre les deux membranes de la paroi cellulaire, elles renferment elles-mêmes la matière colorante dans une duplicature de la pelli-

cule qui les constitue. Il signale les cellules rouges du *Lonicera grata*, les cellules bleues du *Rubus fruticosa* et les jaunes du *Cucurbita Melopepo*. Il ne paraît pas avoir vu les corps fusiformes rouges des *Lonicera*. J'ai signalé son opinion nouvelle en parlant du nucléus et j'y reviendrai en traitant de l'amidon.

M. Nägeli (*Zeitschrift für wiss. Bot., von Schleiden und C. Nägeli*, 1846) considère les grains de chlorophylle comme des vésicules qu'il compare aux cellules. Il va jusqu'à dire que ces vésicules ont une paroi de cellulose. Aujourd'hui il regarde avec raison la membrane des vésicules comme de nature protoplasmique. En 1847 (*Zeitschrift*, etc.), dans un travail intitulé : *Bläschenförmige Gebilde im Inhalte der Pflanzenzelle*, le même savant range sous le nom de *vésicules colorées* (*Farbbläschen*), les grains de chlorophylle et les autres granules colorés du contenu de la cellule. Il a étudié ces vésicules principalement dans les végétaux inférieurs, et dans les Algues en particulier. Il distingue les vésicules vertes et les rouges, les bleues et les jaunes. Les vésicules vertes et les rouges naissent de deux manières : 1° dans le suc cellulaire, sous la forme de petits grains verts ou rouges, qui s'accroissent et arrivent enfin à montrer la structure vésiculaire ; 2° par division d'une vésicule mère qui s'allonge, se cloisonne transversalement et se partage ensuite en deux vésicules nouvelles. M. Nägeli ne dit que quelques mots des vésicules jaunes et des vésicules bleues, qui ne lui sont, dit-il, pas suffisamment connues.

M. Quekett (*Annals of natural History*, 1846, t. XVIII, p. 195) pense que la chlorophylle naît toujours du nucléus. Cette opinion, développée par M. A. Gris en 1857, fut suscitée par des faits particuliers assez nombreux, il est vrai, mais qui ne peuvent être généralisés.

MM. Gœppert et Cohn (*Bot. Zeit.*, 1849, p. 681), dans un travail intitulé *Ueber die Rotation des Zellenhaltes in Nitella flexilis*, n'ont pu reconnaître la structure des grains de chlorophylle dans la cellule vivante ; mais en la tuant par un agent chimique ou par une blessure mécanique, ils ont vu que les grains de chlorophylle échappés dans l'eau se gonflent, que la matière verte se répartit tout autour du globule, ou quelquefois y forme un petit

amas sur un point, tandis que les autres parties du globule sont incolores. Ils ont vu les globules gonflés par l'endosmose se crever et laisser sortir leur contenu. Ces globules s'amincissent peu à peu, se déforment et finissent par disparaître tout à fait. Ces deux savants inclinent à penser que ces faits sont d'un grand poids en faveur de l'opinion de Meyen, soutenue aussi par Nägeli, que chez le *Nitella* les grains de chlorophylle sont des vésicules.

M. Hofmeister (*Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen*, etc., Leipzig, 1851) s'exprime ainsi dans une note, à la page 10 : «.... Je suis porté à croire que la naissance des corpuscules de chlorophylle est celle-ci : Dans les jeunes cellules, la chlorophylle apparaît sans forme, c'est-à-dire que la matière colorante est distribuée en particules inappréciables dans le liquide muqueux du contenu. Pendant le développement ultérieur, les parties colorées se réunissent en gouttes sphériques, qui peuvent se revêtir ultérieurement d'une membrane et se multiplier par division.... Une solution complète de la question ne deviendra possible probablement que par un perfectionnement du microscope. »

M. Unger (*Anat. und Physiol. der Pflanzen*, 1855) admet qu'il existe dans les cellules, outre le nucléus, d'autres corps vésiculaires et des grains de forme et de structure variées. Les plus importants sont la vésicule de la chlorophylle et autres vésicules colorées, les grains d'amidon, les grains de mucus, etc. Tous ces corps n'ont qu'une existence transitoire et ne sont que d'une importance secondaire pour la cellule. La chlorophylle se présente à l'état amorphe, réunie en bandelettes ou en globules. Ces derniers, qui peuvent renfermer ou non de l'amidon, sont souvent revêtus d'une membrane vésiculaire. Les plus grosses vésicules de chlorophylle n'auraient, suivant lui, pas plus de 0,002 à 0,0035 de ligne. Outre la vésicule verte, M. Unger cite les vésicules bleue et rouge qui ne sont que très rares et se présentent chez le *Begonia discolor*, les *Passiflora laciniata*, *tuberosa*. N'ayant pas encore vérifié ces observations, je ne puis dire si les vésicules contenues dans ces plantes sont rouges ou bleues ; car M. Unger n'est pas précis à cet égard. Il dit seulement plus loin,

dans une note, que dans le fruit du *Passiflora laciniata* il existe une grosse vésicule bleue, outre le nucléus et les grains de chlorophylle. Il signale aussi des vésicules jaunes dans le fruit du *Capsicum cerasiforme*. M. Unger admet également l'existence de grains rouges, bleus et jaunes. Les grains jaunes sont fusiformes dans le périgone du *Strelitzia regina* et dans les baies du *Lonicera alpigena*. Je dirai plus loin que dans les *Lonicera* il y a de belles vésicules arrondies que M. Unger n'a pas aperçues et dont naissent ces filets fusiformes.

Le court article de M. Unger et celui de M. Nägeli sont les meilleurs travaux qui aient été faits sur les formations vésiculaires. Toutefois M. Unger n'admet pas la nature vésiculaire de l'amidon granuleux, et M. Nägeli, qui la reconnaissait en 1847, la nie en 1858.

Malgré ces intéressantes observations, M. Hugo Mohl persiste, en 1855, dans son nouveau travail sur la chlorophylle, à nier l'existence des vésicules en général. Pour lui, la cellule est la seule formation vésiculiforme qui soit dans les végétaux. « Mes recherches, dit-il (*Ann. sc. nat.* 1856, 4e sér., t. VI, p. 141), ne m'ont jamais montré dans les grains de chlorophylle, pas plus que dans le nucléus cellulaire, dans les grains de fécule, etc., une membrane de cellulose, comparable à celle des cellules; aussi, dans mes éléments d'anatomie et de physiologie de la cellule, me suis-je prononcé *contre la théorie de la vésicule*, comme étant en contradiction formelle avec les faits. » M. Mohl aurait raison s'il se bornait à dire que la membrane des vésicules n'est pas composée de cellulose, et M. Nägeli a lui-même reconnu son erreur à cet égard; mais il y a loin de là à rejeter complétement l'existence des vésicules. Je citerai de nombreux exemples qui prouvent que les vésicules existent bien réellement, et de plus qu'elles sont liées avec les cellules par une affinité telle qu'il est impossible de donner une définition rigoureuse des unes et des autres, tant elles se confondent dans certains cas assez nombreux déjà. M. Nägeli distinguait soigneusement les vésicules et les cellules, tout en leur reconnaissant des propriétés analogues. Mes observations montrent la fusion de ces deux sortes d'organes,

la transition insensible qui existe entre eux, et souvent la transformation des vésicules en cellules, dont j'ai déjà cité quelques exemples.

Les derniers travaux publiés sur les matières colorantes ou sur la chlorophylle sont ceux de M. Arthur Gris et de M. Édouard Morren. Le premier, dans ses *Recherches microscopiques sur la chlorophylle* (*Ann. des sc. nat.*, 1857, t. VII) s'exprime ainsi dans son résumé : « Quant à la structure des grains de chlorophylle, nous croyons que, dans l'immense majorité des cas, ce sont des globules solides albumino-graisseux, résultant de la transformation de la chlorophylle amorphe primitive ; tandis que dans les *Phajus* et les *Acanthophippium*, nous serions porté à croire que ce sont de simples vésicules ayant la même composition chimique. » Suivant M. A. Gris, la chlorophylle serait formée par une gelée émanée du nucléus, qui, se répandant dans la cellule, s'étendrait sur les parois de celle-ci et se diviserait ultérieurement en grains, enveloppant ou non un noyau d'amidon.

Nous avons vu, d'une part, que plusieurs observateurs avaient remarqué dans certains cas la disposition de la chlorophylle autour du nucléus ; d'autre part, que M. Karl Müller a vu de l'amidon naître dans le nucléus. M. Quekett, partant des observations de Müller, les étendit à la chlorophylle, dont il ne paraît avoir étudié qu'un très petit nombre de cas, à en juger par le résumé qui a été publié et dans lequel la Scolopendre seule est citée. M. A. Gris a observé un plus grand nombre de cas semblables et il les a généralisés, bien à tort. Il est bien vrai qu'il exsude du nucléus divers produits, ainsi que je l'ai dit précédemment ; que de la chlorophylle résulte quelquefois aussi de cette exsudation ; mais dans la grande majorité des cas, le nucléus est étranger à la formation de la matière verte, comme à celle des autres matières colorantes, puisque ces substances peuvent exister dans les cellules qui n'ont jamais eu de nucléus.

M. Edouard Morren, dans son intéressante dissertation sur les feuilles vertes et colorées, publiée à Gand en 1858, se range à l'opinion de M. A. Gris sur l'origine de la chlorophylle, et à cell

de Meyen, de Mohl, etc., qui refusent au grain de chlorophylle une enveloppe membraneuse.

On voit par ce qui précède que sur ce sujet, comme sur toutes les questions un peu délicates, l'opinion des anatomistes est loin d'être arrêtée. Ici, comme cela est souvent arrivé ailleurs, si les opinions sont aussi divergentes, c'est que chacun paraît avoir envisagé la question d'un point de vue différent, en portant son attention principalement sur des cas ou des états de développement particuliers, qui pouvaient présenter bien réellement les phénomènes qu'il décrit. Quand on a une idée arrêtée d'après quelques faits bien observés, mais particuliers, on est porté pour ainsi dire malgré soi, à juger, à éliminer, comme douteux, les faits qui ne sont pas favorables à cette idée. Ce sont assurément de telles circonstances qui ont amené certains anatomistes à croire qu'il n'existe dans les végétaux d'autres organes vésiculiformes que les cellules, de même que quelques savants ont nié qu'il y eût une perforation quelconque dans les plantes : telles que les perforations que l'on trouve manifestement dans beaucoup de cellules, l'ouverture des stomates, le micropyle, l'ouverture de la poche au fond de laquelle sont les stomates du *Nerium oleander*, etc. De tels exemples prouvent combien il faut se tenir en garde contre les opinions systématiques. En écartant toute idée préconçue, on arrive aisément à la conviction que la chlorophylle, par exemple, est souvent contenue dans des vésicules spéciales; mais elle est aussi à d'autres états que je vais signaler brièvement avant de faire l'histoire des vésicules qui la renferment fréquemment.

La chlorophylle me paraît toujours en dissolution, soit dans le protoplasma plus ou moins dense ou même liquide, qui remplit complétement les jeunes cellules, et qui se répartit à leur pourtour quand elles viennent à grandir (pl. 3, fig. 20; pl. 5, fig. 1, A; pl. 6, fig. 63, 64, *a*), soit dans le nucléus (p. 6, fig. 48, *n*), soit dans les petites masses isolées ou confluentes qui naissent de la couche ou utricule protoplasmique, dite utricule primordiale (pl. 6, fig. 29, *a*), ou bien autour du nucléus (pl. 6, fig. 44, *a*, *b*, *c*; fig. 45, *a*, *b*). Ce sont ces petites masses nées à la périphérie de la cellule ou aussi de la substance excrétée par le nucléus, que

naissent les vésicules chlorophylliennes. Comme je n'ai point pour but principal de faire l'étude de la chlorophylle en général, mais seulement celle des vésicules, je me bornerai, ainsi que je viens de le dire, à indiquer quelques exemples de chacun des états que je viens de signaler.

Le premier est celui dans lequel les jeunes cellules sont complétement remplies par une matière liquide ou protoplasmique verte. On l'observe dans les cellules épidermiques des très jeunes embryons du *Phaseolus vulgaris*, de l'*Orobus variegatus*, et autres Légumineuses, etc., chez lesquelles la cavité cellulaire est pleine d'un liquide assez peu dense, dont j'ai déjà parlé en décrivant la division des utricules de l'épiderme de l'*Orobus*. Les cellules parenchymateuses de ces très jeunes embryons contiennent aussi un protoplasma vert qui disparaît bientôt à mesure que les cellules grandissent, ordinairement après s'être retiré au pourtour de ces jeunes cellules (*Vicia serratifolia*, *Pisum sativum*, *Cytisus Laburnum*, *Caragana Altagana*, *Astragalus falcatus*, etc., etc.). Dans les fruits très jeunes de plusieurs Solanées, les cellules renferment un protoplasma vert finement granuleux duquel naissent les globules ou même des vésicules de chlorophylle ayant un ou plusieurs grains d'amidon au centre.

Le second cas est celui où des petites masses vertes prennent naissance à la périphérie interne des cellules. Elles sont tantôt isolées et tantôt confluentes. Elles naissent isolées dans les cellules parenchymateuses de l'embryon des Phaséolées que j'ai examinées (*Phaseolus vulgaris*, *Vicia pisiformis*, etc., etc.) et dans les cellules de divers organes chez une multitude d'autres plantes. Dans ces jeunes cellules de l'embryon des Légumineuses citées plus haut, le contenu est d'abord vert, puis pendant l'accroissement de la cellule, il se décolore peu à peu, après s'être répandu autour de la cellule où il conserve quelque temps une légère teinte jaunâtre; mais dans ce protoplasma périphérique, adhérents à l'utricule protoplasmique qui les sécrète, sont des petits corps d'abord très déprimés qui se renflent progressivement (pl. 6, fig. 29, *a*, *à*), se détachent à la fin de la paroi, et nagent ensuite librement dans la cellule. La figure 29, pl. 6, en *b*, en représente

qui ne tiennent plus à la paroi que par une de leurs extrémités, qui sont souvent très atténuées. Nous verrons plus tard ce que deviennent ces corpuscules verts. La figure 1 de la planche 3 nous en montre un qui est né seul dans une vésicule ou jeune utricule *a*, et à côté une cellule un peu plus âgée, *b*, en montre six nés sur deux parties différentes de la cellule en *c*, *c*, et qui sont recouverts du côté de la cavité cellulaire par une pellicule protoplasmique. Je ferai remarquer que ces jeunes cellules n'ont pas de nucléus, que par conséquent ces corpuscules verts ne sont pas issus de cet organe. Je ferai observer aussi que le nucléus n'existant pas davantage dans les cellules épidermiques de l'embryon de l'*Orobus variegatus*, etc., nous y avons vu naître malgré cela des grains verts isolés sur la face interne de la paroi utriculaire. Il arrive aussi assez fréquemment que de tels grains verts se développent isolés ou confluents à la face interne des utricules de beaucoup de feuilles. Quand ils naissent confluents, ils sont précédés par une couche verte à peu près uniforme, qui se renfle ensuite sur certains points. Les renflements grandissent et s'isolent à la fin les uns des autres. En voici un exemple tiré de la feuille du *Lepanthes cochlearifolia*. La cellule *A* de la figure 1, pl. 5, avait deux couches vertes assez épaisses, étendues sur chacun des côtés de la cellule; sur le fond, au contraire, elle présentait des petites éminences vertes nées isolément. Dans la cellule désignée par *B* de la même figure 1, l'intérieur était tapissé par une couche verte qui était renflée çà et là, *r*, *r*. Ces renflements sont représentés par les places de couleur plus foncée et plus granuleuses. Avec les progrès de la végétation, ces renflements s'isolent et se changent ainsi en globules verts tels que ceux qui sont contenus dans la cellule *C* de la figure indiquée.

Pendant le cours de ce travail, je n'ai pas été assez heureux pour trouver un exemple qui me présentât de profil une couche verte en voie de division plus avancée; mais, comme ce phénomène n'est point particulier à la chlorophylle, j'aurai occasion de représenter la couche protoplasmique montrant ce phénomène pendant la production de l'amidon.

Enfin la chlorophylle peut naître autour du nucléus. Les

figures 44 et 45 de la planche 6 nous en offrent de beaux exemples. Alors même elle naît souvent encore du protoplasma qui entoure le nucléus; mais il est vrai de dire que cet organe, par les matières qu'il élabore et excrète, paraît contribuer à sa nutrition.

Dans quelques circonstances, la chlorophylle semble même née de ces matières excrétées par le nucléus. Il en est ainsi dans le *Vanilla planifolia* (pl. 6, fig. 43, 44 et 45) et dans le *Physalis Alkekengi* (pl. 6, fig. 48 et 49). Ayant décrit ce phénomène en traitant de la vésicule nucléaire, il est inutile de m'y arrêter davantage. Ce sont des faits de la nature de ces derniers qui ont induit MM. Quekett et A. Gris à penser que toujours la chlorophylle émane du nucléus, que de là elle se répand dans la cellule, puis à la périphérie interne de celle-ci où, suivant M. A. Gris, elle produirait la couche dont j'ai parlé tout à l'heure, laquelle couche se divise en pelotes vertes isolées. Malheureusement pour la théorie la matière verte existe ainsi distribuée dans des cellules qui n'ont jamais contenu de nucléus.

La chlorophylle, ai-je dit, est en dissolution dans du protoplasma ou dans une matière de cette nature sécrétée par l'utricule protoplasmique; quand elle semble finement granuleuse, c'est qu'elle enveloppe des grains d'une extrême ténuité, qui apparaissent blancs aussitôt qu'ils ont acquis un certain volume. Quand le mucilage qui la contient, qu'il résulte du protoplasma primitif ou qu'il soit sécrété par l'utricule protoplasmique ou primordiale, qui n'est elle-même que la couche la plus externe du protoplasma ou du contenu de la cellule; quand ce mucilage, d'origine protoplasmique, dis-je, se dispose en petits amas déprimés ou globuleux, il forme ce qu'on appelle les *grains de chlorophylle*. Ce sont ces grains qui ont été l'objet de discussions si nombreuses, ayant pour but de déterminer s'ils sont ou non revêtus d'une membrane. Je les ai bien souvent étudiés, et j'avoue que dans un grand nombre de cas il m'a été impossible d'y découvrir un tégument; souvent même on les voit se délayer dans l'eau aussitôt qu'ils sont placés dans ce liquide, sans qu'il apparaisse rien qui indique l'existence d'une pellicule, si mince qu'elle puisse être; mais dans une multitude d'autres cas, il en existe assurément (*Pleurothallis*

circumplexus, *Eryngium maritimum*, etc.). J'ose à peine citer le nom de quelques plantes, quand je ne puis indiquer les circonstances précises dans lesquelles on observe la vésicule, parce que chez les plantes mêmes qui la présentent, chez celles que je viens de citer, il faut encore avoir égard à l'âge des organes que l'on examine; car telle feuille qui, à une certaine époque, offre des vésicules notablement épaisses, ne m'en a montré que de douteuses à une autre phase de sa végétation. A cause de cela, je ne citerai donc pas de très nombreux exemples; mais je suis persuadé que quiconque étudiera avec attention se convaincra aisément de l'existence d'une membrane autour de beaucoup de grains de chlorophylle; et s'il fait usage de l'iode et de l'acide sulfurique, il en découvrira quelquefois où il n'en avait pas vu par l'observation directe. Mais cette observation directe suffira souvent à celui qui étudiera des objets très divers, et surtout des fruits de Solanées bacciformes à différents états de développement.

Dans le fruit de l'*Atropa Belladona*, j'ai trouvé de très jolies vésicules qui étaient remplies par la matière colorante à des degrés très variés. Quand la vésicule est tout à fait pleine de matière verte, sa membrane n'est pas toujours reconnue avec certitude; mais quand la chlorophylle est répartie au pourtour interne de cette vésicule, comme la couche de protoplasma autour de la cellule, si on ne l'aperçoit pas dès lors, cette disposition que l'on voit représentée dans la figure 49 de la planche 5, en *a'*, donne déjà beaucoup de probabilité en faveur de son existence. J'ai aussi souvent trouvé cette distribution de la chlorophylle dans les cellules de la feuille du *Pleurothallis circumplexus* (pl. 3, fig. 5, *c*, *c*); mais il n'est pas rare de rencontrer, et dans le fruit de l'*Atropa Belladona* j'en ai trouvé beaucoup, des vésicules dans lesquelles la chlorophylle, n'occupant qu'une partie de la cavité, ne recouvre que partiellement la périphérie interne de la vésicule. J'ai sous les yeux des figures nombreuses obtenues de cette plante, et présentant des dispositions différentes. L'espace ne me permettant pas de les reproduire toutes, je n'en donne qu'une forme (pl. 5, fig. 50), que j'ai observée assez souvent. La matière verte y est retirée sur un seul côté de la vésicule. Dans beaucoup d'autres

la matière colorante est rare, et offre autour de la vésicule l'aspect d'une sorte de plasma qui contient çà et là quelques petits granules verts teintés avec plus ou moins d'intensité. C'est un tel exemple qui est reproduit à la planche 5 par la figure 18, d'après une vésicule du fruit du *Solanum ferrugineum*, où cet état vésiculaire est toutefois moins commun, c'est-à-dire moins facile à observer que dans l'*Atropa Belladona*.

Dans certaines cellules des fruits verts du *Solanum Dulcamara*, j'ai trouvé un très grand nombre de ces vésicules. Assez souvent la matière verte occupait le centre de la vésicule, de sorte que toute la membrane était libre; ailleurs la chlorophylle était groupée autour d'un, trois ou quatre petits noyaux amylacés, adhérents à la membrane (pl. 5, fig. 19). Dans les fruits de deux autres Solanées, le *Lycopersicum esculentum* et le *Sarracha stapeliæfolia*, j'ai observé, mais très rarement, de belles vésicules visibles autour de l'amidon, après que la chlorophylle avait disparu. C'est une telle vésicule qui est représentée par la figure 20 de la planche 5 en *v*, entourant le grain d'amidon *a*.

C'est surtout au moment où la matière verte disparaît que ces vésicules se montrent avec la plus grande netteté, ainsi que je l'ai dit plus haut. Sous ce rapport, certains *Phajus*, et surtout les jeunes bulbes du *Phajus grandiflorus*, sont très favorables pour ce genre d'observation. Les vésicules y acquièrent d'assez grandes dimensions. Les figures 12, 13, 14, et 15 de la planche 5 présentent les aspects ordinaires de ces vésicules. Dans la figure 12, le centre est occupé par un petit grain d'amidon entouré d'un peu de chlorophylle. Dans les figures 13, 14 et 15 le grain d'amidon est latéral et entouré aussi d'une petite quantité de matière verte. C'est surtout dans le fruit du *Solanum tuberosum* que ces vésicules chlorophylliennes acquièrent de très grandes dimensions, pendant le développement de l'amidon qu'elles enveloppent. Elles naissent autour du nucléus (pl. 6, fig. 46) et ont une forme à peu près ovoïde, aiguë à l'une des extrémités dans les jeunes principalement. C'est par cette extrémité atténuée que les vésicules adhèrent au nucléus. A cette époque elles sont petites et d'un vert assez intense. Plus tard, quand le grain amylacé

s'est accru, la matière verte a pâli (pl. 6, fig. 47, et pl. 5, fig. 2 et 3). On les voit alors nettement en *v*, entourant ce grain *a* singulièrement annelé. Quand celui-ci a acquis sa plus grande dimension, les vésicules que l'on remarque encore souvent à l'entour atteignent jusqu'à 3 centièmes de millimètre (pl. 5, fig. 3, *v*). La figure 106 de la planche 10 montre un groupe de ces beaux grains d'amidon *a*, *a*, autour de chacun desquels on voyait une grande vésicule mère, *v*, *v*.

Par les exemples que je viens de citer, et qu'il serait facile de multiplier beaucoup, l'existence de la vésicule chlorophyllienne devient indubitable.

J'ai encore quelques mots à dire au sujet de cette vésicule, mais ils sont de nature telle que ce n'est pas sans quelque hésitation que je me décide à les prononcer. Cependant les faits dont je veux parler ne sont pas plus extraordinaires que ceux que j'ai déjà décrits, et qui sont, eux, hors de toute contestation. Je veux parler des changements que paraît subir, dans quelques circonstances spéciales, dans le fruit du *Solanum nigrum*, par exemple, la vésicule chlorophyllienne. Je dis *paraît*, parce qu'ici, en effet, il n'y a pas la certitude qui existe pour l'accroissement de diverses vésicules dont j'ai donné la description précédemment. Il n'y a pas la même certitude, parce que l'on peut supposer que les vésicules renfermant des grains de chlorophylle peuvent provenir de globules protoplasmiques particuliers, comme les vésicules pseudo-nucléaires dont il a été question. Cependant je n'ai jamais pu constater une telle origine, malgré les efforts que j'ai faits pour la découvrir. J'ai toujours vu ces vésicules avec l'aspect de grains verts qui, grandissant peu à peu, deviennent des vésicules contenant d'autres grains semblables à leur état primitif, et enfin arrivent à la dimension de véritables cellules.

Cette assertion est rendue très probable, je dirais presque certaine, par ce fait que les vésicules d'abord incolores dans lesquelles on voit naître de la chlorophylle, acquièrent dans ce fruit du *Solanum nigrum* de très grandes dimensions avant que la matière verte apparaisse dans leur intérieur : elles ont déjà 4 à 5 centièmes de millimètre, et plus quelquefois, quand la chlorophylle

se montre ; et celle-ci naît sur des places circonscrites dans l'enveloppe de nature protoplasmique qui semble se dédoubler, comme l'indique la figure 30 de la planche 4, en *a*, *a*, *a*.

Voici les faits que l'on observe pendant la maturation de quelques baies, et surtout pendant celle du *Solanum nigrum* que j'ai déjà cité. Ce dernier fruit est si intéressant au point de vue des vésicules, que je le recommande tout particulièrement à l'attention des anatomistes. La vésicule chlorophyllienne y prend des dimensions assez considérables, soit dans l'intérieur des cellules, soit dans le liquide épanché par la résorption des cellules mères. Dans cette circonstance, on trouve tous les intermédiaires entre des vésicules de 2 à 3 millièmes de millimètre et des cellules de 4 centièmes de millimètre, et beaucoup plus. Les figures 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 de la planche 5 donnent quelques degrés de cette série de vésicules trouvées dans le liquide épanché entre les cellules. La figure 4 ne représente qu'un simple globule vert ; on distingue quelques granulations dans la figure 5 ; la figure 6 fait voir une vésicule contenant déjà de gros grains que l'on pouvait reconnaître pour entourés d'une membrane vésiculaire ; dans les figures 7, 8 et 11, les grains verts sont nombreux ; mais dans les organes représentés par les figures 9 et 10, les grains verts apparaissent très nettement comme des vésicules déjà grandes, renfermant elles-mêmes des granules verts arrondis, très nettement limités. Par cette série de formes et en augmentant encore les degrés de cette série, ce que je n'ai pu faire ici faute d'espace, on demeure presque persuadé que la vésicule chlorophyllienne se change en cellule dans ce fruit du *Solanum nigrum*.

Tels sont les faits principaux que j'avais à mentionner au sujet de la vésicule chlorophyllienne. Je vais maintenant parler des vésicules d'une autre couleur que la verte, qu'il m'a été donné d'observer. La membrane de ces vésicules est souvent aussi très facile à découvrir.

Dans les fruits des *Lonicera etrusca*, *Caprifolium*, etc., du *Lycium vulgare*, des *Capsicum pseudo-capsicum*, *bicolor*, etc., des *Rosa*, des *Arum italicum*, *vulgare*, de l'*Asparagus officinalis*, du *Solanum Dulcamara*, du *Lycopersicum esculentum*, des *Pyrus*

aucuparia, *americana*, le pédoncule du *Chamædorea Sartorii*, etc. sont de très élégantes vésicules rouges (1).

Quand ces fruits commencent à prendre la couleur rouge, celle-ci est déterminée ordinairement par le changement de teinte de la chlorophylle. Les cellules du pédoncule du *Chamædorea Sartorii* Lieb. (pl. 5, fig. 21 et 22), celles du fruit de l'*Asparagus officinalis* (pl. 5, fig, 25, 26 et 27), et celles des réceptacles des divers *Rosa*, du *Rosa rubiginosa* en particulier, montrent très bien cette métamorphose de la matière colorante. Ainsi dans la cellule du pédoncule du *Chamædorea Sartorii*, représentée par la figure 21 de la planche 5, on trouve toutes les transitions du vert au rouge dans les divers grains chromulifères qu'elle renferme. Il en est de même dans une cellule du fruit de l'*Asparagus officinalis*, représentée par la figure 26. J'ai observé les mêmes changements de couleur dans le *Rosa rubiginosa*, dans le *Lonicera etrusca*, etc. Mais plus tard, les vésicules naissent rouges ou orangées au pourtour des jeunes cellules, et quelquefois à la périphérie de vieilles cellules qui contiennent encore des grains d'amidon, ou dont l'amidon a déjà disparu. Le premier cas (celui dans lequel les vésicules colorées naissent dans de jeunes cellules) est représenté dans la planche 4 aux figures 39, 40, 41, 42 et 43, d'après le fruit du *Solanum Dulcamara*. Dans la figure 39, pl. 4, la jeune cellule entourée d'une couche de protoplasma a produit, dans l'intérieur de cette couche, quatre petites masses d'un rouge ferrugineux, qui seront autant de vésicules colorées. Dans la figure 40, l'épaisse couche protoplasmique n'existe pas, les trois grains de chromule rouge semblent naître de la membrane vésiculaire même sur laquelle ils sont insérés. Dans la figure 41 les grains ou vésicules rouges naissent sous une pellicule protoplasmique qui simule un dédoublement de la membrane de la jeune cellule, laquelle, du reste, a une origine protoplasmique, et peut parfaitement sécréter tout ce que l'on voit naître dans le protoplasma

(1) *Note de l'auteur.* — Ces deux *Pyrus aucuparia* et *americana* se distinguent parfaitement des autres espèces de la famille par la présence de ces vésicules.

ou l'utricule protoplasmique qui tapisse les cellules déjà munies d'une enveloppe de cellulose. Le même phénomène est offert par la figure 43 en *b* et *c*, planche 4, mais ici la pellicule interne est plus distincte encore. Sur les parties *a* et *d* de la même cellule, la pellicule interne n'était pas visible. En *d* plusieurs grains ou jeunes vésicules orangées étaient même libres dans la cellule, et peut-être avaient-elles l'origine que va nous montrer la figure 42 de la même planche 4. Dans cette figure 42, les vésicules chromulifères naissent dans une épaisse colonne protoplasmique qui traverse la cellule, et cette colonne de protoplasma était limitée de toutes parts par une pellicule mince, semblable à celle qui revêtait les parties *b*, *c*, de la figure 43; en sorte qu'il reste douteux si ces productions *b*, *c* ont été engendrées par un peu de protoplasma resté adhérent à la membrane de la jeune cellule ou de la vésicule par laquelle elle a commencé, ou si c'est cette membrane vésiculaire elle-même qui leur a donné naissance. Au reste, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, la solution de cette question ne me paraît pas avoir d'importance, parce que cette membrane résulte de l'extension du globule protoplasmique par lequel la vésicule a débuté, et qu'elle peut avoir par conséquent toutes les propriétés du protoplasma. Bien que dans l'évolution de ces vésicules, ainsi que dans celle du nucléus, cette membrane protoplasmique puisse être qualifiée de primordiale, j'aimerais mieux lui voir donner un nom qui rappelle son origine et ses propriétés, d'autant plus qu'il est au moins fort douteux, ainsi que nous le verrons plus tard, que ce soit la même qui persiste pendant tout l'accroissement de la cellule. Je ne veux pas discuter ici cette question délicate qui m'entraînerait trop loin de mon sujet.

Les jeunes cellules représentées par les figures 44, 46 et 47 de la planche 4, contenaient de belles vésicules pourvues de nombreux grains de couleur rouge de Mars foncé. J'ai décrit plus haut l'origine de ces cellules.

J'ai déjà dit aussi que les vésicules à chromule rouge du *Lycopersicum esculentum* naissent de la même manière que celles dont je viens de parler. Je ne m'en occuperai donc plus.

Le fruit de l'*Arum italicum* m'a fourni de beaux exemples de matières colorantes rouge et orange nées à la périphérie interne, en apparence, de l'utricule protoplasmique de vieilles cellules qui contenaient encore beaucoup de grains d'amidon. Chez d'autres cellules contiguës aux précédentes, l'amidon avait été résorbé. C'est ce que font voir les figures 33 et 34 de la planche 5. En I, figure 33, on aperçoit une portion de cellule qui contient des grains amylacés, bien que sur la paroi *a* naisse une couche de matière colorante orangée. D'autres cellules présentaient le même phénomène; mais chez la plupart de celles qui offraient des grains colorés assez avancés l'amidon n'existait plus. Telles étaient, par exemple, les cellules parenchymateuses voisines P, P, P, fig. 33, et la cellule épidermique *h*, dans lesquelles il n'y avait plus de grains amylacés. Sur leurs différents côtés se développait une substance orange, d'abord très finement granuleuse, formant dans le principe une couche nettement limitée comme en *a*, *b*, *c*. Les granules s'accroissent ensuite peu à peu au point d'atteindre quelquefois la dimension des vésicules représentées dans la figure 34, sous un grossissement de 400 diamètres. Ce phénomène se produit même dans les cellules de l'épiderme, qui, comme les autres, peuvent contenir de l'amidon. La matière colorante est quelquefois rouge de Mars foncé dès l'origine, comme l'indique la figure 34 en *a*, *b*, à moins toutefois qu'elle ne se soit colorée sans prendre plus de développement que ne l'indique la figure; ce qui paraît être rendu vraisemblable par ce que montre la cellule H, dans laquelle les vésicules sont plus jaunes, quoique déjà grandes, ayant apparemment végété avec beaucoup plus de vigueur.

Par l'examen des vésicules du *Lycopersicum esculentum* (pl. 3, fig. 3 et 4, *c*, *c*), du *Solanum Dulcamara* (pl. 4, fig. 44, 46 et 47), du *Chamædorea Sartorii* (pl. 5, fig. 22), de l'*Asparagus officinalis* (pl. 5, fig. 27), de l'*Arum italicum* (pl. 5, fig. 34, *d*), on voit que la membrane de la vésicule est incolore comme celle de la vésicule chlorophyllienne. Cette membrane est fort délicate; il faut même quelquefois beaucoup d'attention pour l'apercevoir,

et un excellent microscope est toujours nécessaire. Celui dont je me sers est un microscope d'Oberhauser (grand modèle). De plus, ces vésicules ne sont pas persistantes, elles se résorbent et mettent ainsi en liberté les granules colorés auxquels elles ont donné naissance. La figure 23, pl. 5, en est un exemple tiré du pédoncule du *Chamædorea Sartorii*.

Toutes les vésicules colorées n'ont pas l'aspect de celles que je viens de décrire; on observe d'autres modifications dans les vésicules du *Capsicum pseudocapsicum* (pl. 5, fig. 30), du *Lycium vulgare* (fig. 38), des *Lonicera etrusca* (fig. 39), *Caprifolium*, etc., dans lesquelles le protoplasma coloré n'est point à l'état granuleux, mais où il est réparti autour de la cavité vésiculaire, en une couche tantôt d'égale épaisseur sur toute la périphérie, tantôt amincie et même très souvent nulle sur une partie ou sur deux parties opposées de la membrane incolore. Les vésicules *a*, *a* des figures 38 et 39, planche 5, montrent l'égale distribution de la substance colorée autour de la vésicule. J'ai trouvé quelquefois dans le *Lonicera Caprifolium* des cellules dont toutes les vésicules chromulifères offraient cette disposition. Chez les vésicules *b* de la figure 39 et chez plusieurs de la figure 30 et de la figure 38, en *b* également, la chromule est inégalement distribuée; elle est unilatérale. Elle est disposée sur deux côtés opposés dans les vésicules *c*, *c* des mêmes figures 30 et 38 de la planche 5.

Cette couche colorée est si nettement limitée à l'intérieur, et elle finit quelquefois si brusquement, comme en *b'*, fig. 38 pl. 5, qu'il semble y avoir une pellicule comme à l'extérieur, et qu'elles rappellent aussi le dédoublement de la membrane, dans lequel, suivant M. Hartig, la triple génération des cellules nouvelles, de digestion, de multiplication et de l'euchrome, serait née, suivant sa théorie de 1844; mais en examinant beaucoup de vésicules et à diverses époques de l'année, on est porté à croire qu'il arrive ici ce que nous avons observé dans beaucoup de cellules, c'est-à-dire que la vésicule est d'abord pleine de protoplasma coloré, que lorsqu'elle grandit, ce protoplasma reste adhérent à la membrane et la revêt en totalité ou en partie enfin que ce protoplasma pro-

duit à l'intérieur une membrane semblable à celle de l'extérieur, ainsi que nous l'avons vu dans certaines cellules (1). Ce qui paraît prouver cette manière de voir, dans cette circonstance, c'est que quand la végétation est lente, à l'arrière-saison, par exemple, cette pellicule n'existe pas dans les vésicules du fruit du *Lycium vulgare;* car à cette époque la matière colorante est répandue dans toute la cavité vésiculaire, bien que toutefois elle soit encore en plus grande quantité à la périphérie. Il y a d'autres preuves encore. Dans les vésicules de la baie du *Capsicum bicolor*, les vésicules contiennent un, deux ou trois grains d'amidon; alors le protoplasma coloré remplit tout l'espace libre autour et entre les grains d'amidon (pl. 5, fig. 31 et 32), comme cela s'observe dans les vésicules chlorophylliennes; tandis que dans le *Capsicum pseudo-capsicum* dont les vésicules ne renferment pas de matière amylacée, le protoplasma coloré est distribué comme le montre la figure 30, pl. 5.

Quand ces vésicules sont arrivées à leur complet développement, et que la matière colorée est inégalement répartie au pourtour de la vésicule (pl. 5, fig. 30, *b*; fig. 38, *b*, *b'*; fig. 39, *b*), la membrane se rompt au point resté mince et incolore; elle se dresse peu à peu (pl. 5, fig. 30, *d*; 38, *d*; 39, *d*), et l'on a alors des corps fusiformes plus ou moins grêles, qui présentent quelquefois des granules rouges dans leur intérieur, en sorte qu'ils constituent eux-mêmes des vésicules fusiformes. Cette structure vésiculaire se voit surtout parfaitement dans les cellules du fruit du *Capsicum pseudo-capsicum*. Dans les vésicules *g*, *g*, fig. 30, pl. 5, le protoplasma coloré, même avant l'ouverture de la vésicule arrondie, était déjà adhérent aux deux pellicules écartées, laissant un espace vide et incolore entre elles. Quand la vésicule arrondie ou mère est restée mince sur deux points opposés, il se fait dans ce cas deux vésicules fusiformes, qui peuvent rester fixées l'une à l'autre par une

(1) *Note de l'auteur.* — Cependant, ainsi qu'on a pu le voir plus haut, j'admets dans beaucoup de cas que c'est l'utricule protoplasmique ou primordiale, que c'est l'utricule résultant de l'agrandissement d'une vésicule nucléaire ou d'une autre vésicule, qui sécrète les matières colorantes ou amylacées, par exemple, etc., que l'on trouve insérées sur la face interne de la cellule.

de leurs extrémités (pl. 5, fig. 30, *f*, 38, *f*) après la rupture d'une des parties amincies.

Toutes les vésicules fusiformes, ou, si l'on aime mieux, tous les corpuscules fusiformes, car il se pourrait que, de même que chez les grains de chlorophylle, tous ne fussent pas revêtus d'une membrane, n'ont pas cette origine. Il en est qui présentent cet aspect fusiforme, parce qu'ils s'arrêtent en quelque sorte dans leur accroissement; ils conservent la forme de grain d'orge ou de grain d'avoine qu'ils reçoivent en naissant sur la face interne de la membrane cellulaire. Cela paraît avoir lieu dans les cellules mêmes que j'ai figurées (pl. 5, fig. 38 et 39 en *k*). Il se pourrait qu'il en fût ainsi dans les cellules du fruit des ***Pyrus aucuparia*** et ***americana*** (pl. 5, fig. 36 et 37), chez lesquels je n'ai jamais observé que ces corps fusiformes, dont au reste je n'ai pas eu l'occasion de suivre le développement, n'ayant point possédé de fruits assez jeunes. Dans le ***Pyrus americana*** (fig. 37), ils sont gros et courts; dans le ***Pyrus aucuparia*** (fig. 36), ils sont beaucoup plus longs et plus grêles. On remarque ordinairement de très petites granulations dans ceux de la dernière espèce.

J'ai aussi observé dans quelques cellules de l'***Asparagus officinalis*** (pl. 5, fig. 29) de ces corps fusiformes, dont plusieurs étaient assez volumineux pour paraître vésiculaires. Je n'en ai pas suffisamment étudié l'origine; cependant je suis porté à croire qu'ils résultent de l'allongement et du grossissement de grains ou petites vésicules primitivement globuleuses, auxquelles on les trouve souvent mêlés. La figure 28 de la planche 5 indiquerait quelques degrés de ces variations. En *a* seraient les petits grains primitifs, nés probablement dans des vésicules semblables à celles de la figure 27 ; en *b*, fig. 28, seraient de très petites vésicules provenant de l'agrandissement des grains *a*; *d*, au contraire, représenterait aussi des grains *a* très grossis, mais atténués en pointe par une extrémité, quelquefois par les deux, et renfermant quelques granulations. Je le répète, ces diverses formes étaient mêlées; toutefois je ne saurais affirmer que les corpuscules fusiformes de la figure 29 aient la même origine. Leur uniformité semble indiquer un autre mode de développement que je n'aurais pas aperçu.

Dans le fruit du *Physalis Alkekengi*, on remarque aussi des corpuscules fusiformes très allongés et de couleur orange. Ils ont une origine différente de celle des corpuscules que j'ai signalés précédemment. La matière colorante forme des grains qui ont pour noyau un, deux, trois ou quatre granules d'amidon (pl. 5, fig. 45, *a*), et autour desquels grains colorés je n'ai pu découvrir de membrane enveloppante ou vésiculaire. Dans tous les cas, s'il en existe une, elle disparaîtrait à une certaine époque, et la chromule, interposée en quantité plus grande qu'ailleurs dans les espaces laissés libres à la jonction des grains d'amidon, se sépare en particules allongées, ordinairement atténuées aux deux extrémités. Ces petits filets fusiformes ne sont pas nettement limités dans le principe ; leur substance, d'apparence protoplasmique jaune, est d'abord diffuse, mais peu à peu elle paraît se resserrer pour constituer d'élégants fuseaux, qui ressemblent beaucoup à ceux dont il a été question plus haut. Ce sont eux qui sont représentés en *f* dans la figure 45, planche 5.

Le calice persistant qui environne le fruit de ce *Physalis Alkekengi* contient aussi de belles vésicules orangées, qui sont globuleuses, ovoïdes ou elliptiques, ou bien encore un peu atténuées aux deux extrémités, et dont la figure 44 de la planche 5 indique l'apparence.

Mon but dans ce travail étant de signaler les principales formes que présentent les vésicules que j'ai pu observer, leur origine, les caractères de leur végétation, autant qu'il m'est possible, et non de décrire toutes les variétés de teintes que l'on peut observer dans ces petits organes, j'abandonne cette dernière tâche à un œil plus exercé que le mien dans ce genre d'observation. Aussi, quand je parle du rouge, c'est le rouge de Mars, le vermillon et l'orangé foncé que je signale. Il en sera de même du jaune. Par jaune, j'entends l'orangé clair, aussi bien que le jaune-citron et le jaune-serin le plus léger.

Les vésicules jaunes sont aussi très remarquables; mais elles sont généralement petites, et fréquemment même ne constituent que des granules qui s'étendent dans l'eau, et montrent alors leur nature vésiculaire. Cependant il en est d'assez grandes, celles, par

exemple, que je viens de signaler dans le calice du *Physalis Alkekengi*. Il y en a dans le fruit du *Solanum Berterii* de dimension assez considérable pour contenir plusieurs grains déjà eux-mêmes assez volumineux (pl. 4, fig. 58 *v'* et 59 *v'*). Les figures 56 et 57 en font voir de plus petites naissant dans la couche de protoplasma périphérique. On trouve aussi des vésicules jaunes de 0,005 de millimètre dans les cellules de la gorge du *Rondeletia speciosa*. Elles sont ordinairement tout à fait pleines, au moins en apparence, d'une substance jaune homogène (pl. 5, fig. 40). Cependant on en voit quelquefois dans lesquelles la matière colorante, plus rare, est répartie en une couche mince qui revêt la face interne de la membrane (pl. 5, fig. 40, *a*). Elles sont encore très belles, quoique n'ayant plus guère que 0,0032 de diamètre, dans la corolle de l'*Helenium autumnale*. On en distingue bien la membrane qui n'enserre que quelques rares granules jaunes (pl. 5, fig. 41). Dans le *Tagetes erecta* (pl. 5, fig. 42), elles sont plus petites encore. Leur dimension va en diminuant dans les plantes suivantes : *Taraxacum dens-leonis*, *Helianthus annuus* (pl. 5, fig. 43), *Siphocampylus manettiæflorus* (pl. 5, fig. 46), etc. Pour bien voir les vésicules des fleurs jaunes des Composées, quand elles ne sont pas trop petites, il faut les examiner dans les cellules du bord de la préparation, où ces cellules ne sont pas superposées; car, lorsqu'il y en a plusieurs les unes sur les autres, on ne distingue qu'une masse jaune granuleuse. En laissant les vésicules se dilater dans l'eau pendant quelques instants, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, on apercevra fréquemment la fine membrane qui les limite, et qui enferme alors quelques corpuscules jaunes.

La vésicule rose dont j'ai parlé déjà dans un chapitre précédent est particulièrement intéressante, en ce qu'elle nous fournit un bel exemple de la transition des vésicules aux cellules, et en ce qu'elle est assez peu commune; car les matières colorantes roses, violettes et bleues, sont ordinairement à l'état de liquides qui remplissent complétement les cellules qui les contiennent. Cependant on trouve quelquefois la couleur rose dans des vésicules mêlées aux grains de chlorophylle ou autres vésicules. Ainsi, dans la

feuille du *Lepanthes cochlearifolia*, à côté de cellules pleines d'un liquide rose, sont d'autres cellules remplies de grains verts, parmi lesquels il y a souvent, dans chaque utricule, une, parfois deux vésicules roses, de même dimension que ces grains verts (pl. 4, fig. 27). Par les progrès de la végétation, la couleur rose disparaît insensiblement. Pendant qu'elle s'affaiblit, un groupe de cristaux, qui rayonnent d'un centre commun, se forme au milieu de la vésicule (pl. 4, fig. 28). Puis, quand ils sont bien développés, la vésicule elle-même est résorbée, et les cristaux sont libres dans la cellule (pl. 4, fig. 29). Mais les vésicules roses les plus remarquables m'ont été offertes par le fruit du *Solanum nigrum*. L'étude de ce fruit est si importante au point de vue des vésicules, qu'elle mériterait de faire l'objet d'un travail spécial ; car il n'en renferme pas moins de six sortes, sans compter l'amidon. Il contient en effet : 1° la vésicule nucléaire, 2° la vésicule fausse vacuole, 3° la vésicule chlorophyllienne, 4° la vésicule pseudo-nucléaire si singulière, figurée à la planche 4, figures 1 à 12, etc., 5° la vésicule rose, 6° les granules bleus dont je vais parler bientôt, 7° la vésicule amylacée. C'est pourquoi les différents âges de ces divers organes communiquent au liquide de la pulpe de ce fruit l'aspect le plus curieux, et en même temps du plus haut intérêt.

La vésicule rose y est souvent contenue dans la vésicule pseudo-nucléaire composée (pl. 4, fig. 13, 15), qui peut se changer en cellule comme celle de la figure 22, planche 4. Dans l'intérieur de cette vésicule pseudo-nucléaire (pl. 4, fig. 15, 21), ou dans d'autres, comme celle de la figure 24, j'ai trouvé quelquefois plusieurs vésicules roses, qui n'avaient pas plus de 2 à 3 millièmes de millimètre. Ces vésicules roses peuvent s'étendre tellement, que j'en ai observé qui avaient 15 centièmes de millimètre de diamètre, et qui étaient encore renfermées dans la cellule mère avec un grand nombre d'autres plus petites. La cellule contenait en outre de nombreuses vésicules vertes (pl. 4, fig. 22). Dans une seule cellule, j'ai compté une centaine de vésicules roses et vertes.

Le liquide rose naît dans le fruit du *Solanum nigrum* aux

approches de la maturité. Quand celle-ci est arrivée, ce liquide rose disparaît, et est remplacé par de très petits granules bleus (pl. 4, fig. 23). Dans les cellules dont la couleur a été ainsi transformée naissent encore des vésicules roses, ainsi que le fait voir cette figure 23. Il s'y développe également quelques vésicules vertes *v*, *v*, qui, comme les roses, se trouvent mêlées aux granulations bleues. Le nucléus prend aussi une teinte bleue foncée dans les cellules du fruit de ce *Solanum nigrum* (pl. 4, fig. 23, *n*), et la membrane cellulaire elle-même paraît imprégnée de cette couleur bleue.

La substitution de cette matière colorante bleue, finement granuleuse, au liquide rose, n'est point un fait isolé. Je l'ai observée également dans les cellules du fruit du *Solanum guineense*, dans celles du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis*, et dans quelques utricules de la baie de l'*Atropa Belladona*.

Le fruit de cette dernière plante présente un autre phénomène non moins intéressant que le précédent : c'est la transformation de la matière colorante verte en chromule bleue. Les cellules de cette baie, comme celles de la plupart des fruits en général, et celles des autres baies de Solanées en particulier, contiennent beaucoup d'amidon; mais peu à peu cet amidon, qui est renfermé dans la chlorophylle, est résorbé aux approches de la maturité; en sorte que, quand la baie de l'*Atropa Belladona* est noire, ou mieux bleu foncé, il n'y a plus d'amidon dans les cellules, ou seulement peu. On ne trouve dans celles-ci que les grains verts, assez gros toutefois, qui renfermaient l'amidon, et qui, en se distendant dans l'eau, montrent leur nature vésiculaire, leur contenu étant raréfié. Ou bien, dans d'autres cellules, il n'y a que des grains bleus, ou mieux des vésicules bleues, dont la couleur provient évidemment d'une modification de la couleur verte, puisqu'il existe parfois encore des vésicules vertes dans les mêmes cellules. La figure 49 de la planche 5 fait voir quelques-unes de ces vésicules vertes *a*, *a'*, non encore modifiées, parmi les vésicules bleues d'une de ces cellules.

Ce fait de la transformation de la chlorophylle en matière bleue, qui n'avait pas encore été observé dans la nature, rendrait inté-

ressant de vérifier, par l'analyse chimique de ces grains verts et de ces grains bleus, si la théorie de Marquart est exacte, c'est-à-dire de reconnaître si la chlorophylle est devenue bleue en perdant de l'eau ; car on se rappelle que ce savant a admis que la matière jaune qu'il appelle *anthoxanthine*, et la bleue qu'il nomme *anthocyane*, ne différeraient qu'en ce que la jaune serait de la chlorophylle qui aurait gagné de l'eau, tandis que la bleue serait de la chlorophylle qui en aurait perdu. D'ailleurs le contenu des vésicules n'a pas changé d'aspect, à part la couleur. La substance bleue y est un peu grumeleuse, comme l'était le protoplasma vert. Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que la membrane des cellules est déjà quelquefois bleue, quand ces cellules ne contiennent encore que des vésicules vertes, ce qui paraît indiquer que le phénomène est plus compliqué que ne l'a cru Marquart. La coloration bleue, commençant dans la membrane cellulaire ordinairement incolore, ne peut être déterminée par une simple soustraction d'eau dans la chlorophylle, qui n'a pas encore subi de modification. Je crois pouvoir faire remarquer cependant que, bien que la matière bleue ne soit certainement pas toujours, au moins, le résultat d'une transformation de la chlorophylle, puisqu'elle existe dans des cellules qui n'ont jamais contenu de cette dernière, il se pourrait qu'il existât, entre certaines matières colorantes bleues et la chlorophylle, des rapports de composition analogues à ceux que signale Marquart ; car si l'on compare la formule de la chlorophylle et celle de l'indigotine, on trouve que la formule de la chlorophylle étant $C^{18}H^{9}AzO^{8}$, celle de l'indigotine est $C^{16}H^{5}AzO^{2}$ (*Cours élémentaire de chimie*, par M. Regnault), c'est-à-dire que la chlorophylle contient les éléments de l'indigotine, plus 4 équivalents d'eau et 2 équivalents d'oxyde de carbone. Ce rapprochement est assurément fort remarquable, et montre que Marquart pourrait bien n'être pas très éloigné de la vérité, en prétendant que la couleur bleue en général diffère de la chlorophylle en ce qu'elle contient moins d'eau. On sait qu'il est arrivé à ce résultat en traitant la chlorophylle par l'acide sulfurique : celle-ci étant devenue bleue, il en a conclu qu'elle avait perdu de l'eau ; tandis que voyant la chlorophylle jaunir sous l'influence de ce dernier

liquide, il en a déduit qu'elle avait fixé de l'eau. On peut se demander si le phénomène est réellement aussi simple.

J'arrive enfin, après cette petite digression théorique, à une vésicule bleue dont la végétation est plus remarquable encore que celle des vésicules incolores du pédoncule charnu du ***Podocarpus sinensis*** dont j'ai parlé déjà, et qui sont représentées à la planche 3, par les figures 11, 12, 13, 17, etc. Cette singulière vésicule est particulière aux cellules de la baie du ***Solanum guineense.*** Voici dans quelles circonstances elle se développe. D'assez bonne heure, quand il y a encore beaucoup d'amidon entouré de chlorophylle, le suc cellulaire devient rose, puis la teinte se fonce et passe au bleu. Le nucléus est souvent déjà bleu quand le liquide des cellules est encore rose ou même incolore. C'est dans de telles cellules que naissent nos vésicules. Elles apparaissent soit au milieu du liquide rose, soit déjà, et c'est le cas le plus fréquent, quand le liquide de la cellule est encore incolore; elles y existent donc en même temps que les grains de chlorophylle amylacés. Elles sont ordinairement roses à leur début, et elles conservent cette couleur quelquefois fort tard. Je crois avoir remarqué que cette différence de teinte tient à l'activité de la végétation. Ainsi, dans l'arrière-saison, vers la fin d'octobre, au moment où la plante commence à se flétrir, les vésicules sont encore roses quand elles sont déjà très volumineuses et très complexes. Au contraire, dans le courant de l'été, quand la végétation avait beaucoup d'activité, les vésicules étaient bleues presque dès leur naissance. Dans les premiers fruits que j'examinai, je les trouvai bleu violacé, quelque petites qu'elles fussent. A cette époque j'en ai rencontré qui n'avaient pas plus de 2 à 3 millièmes de millimètre de diamètre, et qui étaient déjà violettes; tandis que vers la fin d'octobre elles avaient encore une belle teinte rose clair quand elles avaient déjà 2 centièmes de millimètre. Elles commencent donc par une petite vésicule globuleuse ou elliptique (pl. 5, fig. 52, 53 et 54). Celle-ci se renfle bientôt sur un point (fig. 55 et 56), puis sur deux. Elle consiste alors en une vésicule double ou triple. Son accroissement continuant, chacune de ses parties se renfle à son tour (pl. 5, fig. 57 et 58), et produit de nouvelles

générations (fig. 59), qui en donnent ainsi successivement plusieurs autres, de manière que la vésicule composée atteint jusqu'à 6 centièmes de millimètre de diamètre (pl. 5, fig. 60). Elle est d'un très beau bleu, si ce n'est dans ses parties végétantes qui paraissent presque incolores. Cette différence de teinte tient peut-être seulement à ce que ces parties, qui se trouvent nécessairement à la circonférence, où elles font des protubérances plus ou moins avancées, n'ont qu'un très petit diamètre. La couleur bleue doit y être nécessairement beaucoup moins foncée que dans les endroits où la vésicule présente une grande épaisseur.

La forme de cette vésicule est très irrégulière et son contenu est homogène. Il n'y a ordinairement qu'une telle vésicule dans chaque cellule, quelquefois deux ou un très petit nombre, mais il n'y en a pas dans toutes les utricules. Au reste, leur existence est indépendante de celle du nucléus, qui existe dans les cellules en même temps qu'elles, et qui peut prendre également, ainsi que je l'ai dit déjà, d'abord une belle teinte rose et ensuite la couleur bleue (pl. 5, fig. 61).

(*La suite prochainement.*)

SUR

L'ACCROISSEMENT ANORMAL DE LA TIGE

DANS LES MÉNISPERMÉES,

Par M. le Dr RADLKOFER.

(Traduit du *Flora*, n° du 7 avril 1858, p. 193-206.)

Les tiges des Ménispermées, particulièrement des espèces de *Cocculus* et de *Cissampelos*, présentent une structure qui, sous la plupart des rapports, diffère d'une manière notable de celle qu'on regarde comme normale pour les Dicotylédons.

Si, voulant tracer en peu de mots les traits principaux de cette structure, nous la comparons avec celle des tiges de nos arbres et arbustes, nous constaterons une ressemblance grossière avec celle-ci, en ce sens que la moelle et l'écorce forment une portion proportionnellement très faible de son diamètre, et que sa majeure partie, interposée entre les deux, est constituée, dans les cas les plus réguliers, par des couches semblables entre elles, concentriques, dont l'épaisseur varie généralement de 1 à 5 millimètres. Dans ces couches se montrent fort développés de nombreux rayons médullaires rectilignes, dont chacun traverse une couche dans toute sa largeur, et la divise, sur la section transversale, en fragments ou corps ligneux étroits, dirigés dans le sens des rayons, et faiblement élargis vers la périphérie. Ces corps ligneux et rayons médullaires ne croissent pas autant en largeur qu'en nombre dans chacune des couches externes, eu égard à l'agrandissement du contour de celles-ci. Mais tandis que, dans les tiges ordinaires des Dicotylédons, la couche ligneuse la plus externe est seule séparée de l'écorce voisine par un tissu particulier, le cambium, duquel toutes les couches ont tiré leur origine, dans celles

des Ménispermées on trouve un pareil tissu même entre les couches internes; en outre, ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que, devant chacun des fragments ligneux de la couche la plus intérieure, la plus rapprochée de la moelle, ce tissu possède la structure caractéristique du liber, et forme des faisceaux libériens semi-lunaires, faisant saillie par leur côté convexe au delà de la limite circulaire de la couche, en nombre égal à celui de ces mêmes fragments que renferme la zone ligneuse. Au contraire, le liber proprement dit manque dans l'écorce.

M. Decaisne a eu le mérite de faire connaître ces particularités, et de jeter du jour sur cette structure en en suivant la formation dans le *Cocculus laurifolius* (1). Il a reconnu que les jeunes rameaux de cette espèce sont formés complétement d'après le type général des Dicotylédons ; qu'on y trouve vingt faisceaux vasculaires ou davantage rangés en cercle autour d'une moelle centrale, pourvus de vaisseaux spiraux dans leur portion la plus interne qui constitue l'étui médullaire, composés dans le reste de cellules ligneuses à parois épaisses, ponctuées, et de vaisseaux ponctués; enfin limités latéralement par les grands rayons médullaires. Devant cette portion ligneuse de chaque faisceau vasculaire se trouve sous le parenchyme cortical la portion libérienne correspondante, composée d'un groupe en forme de croissant, sur sa coupe transversale, de cellules prosenchymateuses de liber, à parois épaisses. A la séparation des portions ligneuse et libérienne s'étend en cercle autour de la tige le cambium chargé de régénérer les faisceaux vasculaires et les rayons médullaires. Au reste, ce n'est que la portion ligneuse des faisceaux qui s'accroît ainsi ; c'est uniquement à celle-ci que s'ajoutent successivement et assez uniformément de nouvelles cellules et de nouveaux faisceaux, de telle sorte qu'il ne se forme pas nettement de couches annuelles (2); au contraire, toutes les parties libériennes conservent la forme et le nombre de cellules qu'elles avaient à l'origine, et l'accroissement

(1) J. Decaisne, *Mémoire sur les Lardizabalées* (*Arch. du Muséum.*, 1839, t. I, p. 151, pl. X).

(2) Une observation attentive y fait cependant reconnaître une division en couches annuelles, toutefois très faiblement accusée. Sur une branche de deux

de la masse ligneuse les éloigne de plus en plus du centre de la tige.

Jusque-là le développement de l'axe n'offre rien d'anormal. Mais, après quelques années d'accroissement régulier, le cambium cesse de se régénérer, les faisceaux vasculaires cessent de croître, et l'on voit apparaître dans le parenchyme cortical, au-devant de leurs groupes de liber, de nouveaux faisceaux vasculaires essentiellement différents des premiers, parce que les vaisseaux spiraux manquent dans leur portion interne, et qu'il n'existe pas de liber à leur côté externe. Ces faisceaux vasculaires s'accroissent et s'allongent comme les premiers, jusqu'à ce qu'enfin ils s'arrêtent dans leur développement, et que d'autres faisceaux de troisième ordre se produisent encore dans l'épaisseur du parenchyme cortical.

Tels sont les résultats des observations de M. Decaisne. Elles nous apprennent la nature du tissu qui sépare les unes des autres les couches concentriques des tiges dont il s'agit ici, et qui n'est que du cambium arrêté dans son développement; elles nous rendent compte de l'absence du liber dans l'écorce et de sa situation si singulière dans l'intérieur de la tige, tout contre le premier cercle de faisceaux vasculaires, le seul auquel il appartienne. Elles nous montrent que les couches concentriques des Ménispermées ne peuvent être comparées aux couches annuelles de nos espèces ligneuses, ni même aux couches prosenchymateuses concentriques et séparées par du parenchyme, qui existent dans le corps ligneux des Protéacées, des Chénopodées, ainsi que d'autres plantes formées d'une manière analogue, puisque même ces dernières, avec les couches parenchymateuses qui les séparent, sont le produit de l'activité d'un seul et unique cambium toujours générateur. Elles nous apprennent que le développement normal des Ménispermées est un phénomène *sui generis;* que chacune des zones ligneuses tire son origine d'un cambium de nouvelle formation, et que toujours l'activité du cambium ne dure que quelques années.

ans, on voit les cellules ligneuses augmenter graduellement l'épaisseur de leurs parois à partir du centre ; puis au delà d'un cercle qui passe à peu près par le milieu de tous les faisceaux ligneux, on trouve de nouveau des cellules à parois minces.

Mais ces recherches ne nous éclairent pas sur un point essentiel, à savoir, sur la manière d'après laquelle le nouveau cambium se produit dans le parenchyme cortical, en dehors du dernier cercle de faisceaux vasculaires. Nous savons que les cellules corticales de ces végétaux ont leurs trois dimensions à peu près égales, et que leur diamètre vertical est le plus souvent huit fois moindre, pour le moins, que celui des cellules ligneuses et vasculaires ; que la différence est même fréquemment beaucoup plus forte entre les deux. En outre, la production de nouveaux faisceaux ligneux par le parenchyme cortical s'opère à une époque où les entre-nœuds ne s'allongent plus, et où, par conséquent, il n'y a plus d'espace pour que des cellules courtes s'allongent, ni pour que les nouvelles cellules acquièrent la grandeur de leurs cellules mères.

M. Decaisne ne recherche pas comment les cellules cambiales des nouveaux faisceaux ligneux résultent des cellules courtes du parenchyme cortical ; or ces cellules cambiales sont déjà presque aussi longues que les cellules ligneuses ou vasculaires qui en proviennent. Ce silence aurait pu faire naître du doute sur l'exactitude de ses descriptions dans l'esprit de tous ceux que leurs propres observations n'auraient pas éclairés à ce sujet.

M. H. Crüger, à qui cette question s'est présentée lorsqu'il s'occupait de recherches sur l'accroissement anormal des Dicotylédons grimpants, n'a pas donné de réponse basée sur des observations ; seulement, se fondant sur ce principe que des cellules formées directement n'en peuvent produire que de semblables à elles, il admet qu'il a dû y avoir là une formation intercellulaire (1). Mais une pareille formation, la seule à laquelle on puisse recourir ici, bien qu'ayant été admise par les anciens anatomistes, n'existe pas dans le règne végétal, comme le prouve l'accord qui règne à cet égard entre tous les observateurs modernes. Cette circonstance enlève toute valeur à l'opinion de M. Crüger, exprimée comme une simple présomption.

On est plutôt conduit à présumer qu'il s'opère là une fusion de cellules superposées en une seule par suite d'une résorption de

(1) *Botanische Zeitung*, 1850, colonnes 182, 183.

leurs cloisons transversales, fait probablement établi comme amenant la formation des vaisseaux aérifères et laticifères, et que M. Schacht admet également comme contribuant à la production des cellules libériennes *allongées* et prosenchymateuses (1). Mais, dans tous ces cas, il ne faut pas oublier que le produit de la fusion de plusieurs cellules est une formation durable, dans laquelle ne doivent plus s'opérer ni rajeunissement, ni multiplication. Cette circonstance rend donc peu admissible l'idée basée sur l'énoncé de M. Schacht (dont, au reste, je n'ai pas à discuter l'exactitude); car nous ne voyons pas que les faisceaux ligneux secondaires qui apparaissent dans l'écorce des *Cocculus* résultent de la formation immédiate de cellules ligneuses prosenchymateuses et de vaisseaux. La production de ces cellules durables est plutôt précédée de la formation d'un cambium, tissu caractérisé particulièrement par sa faculté génératrice, et qui forme ainsi un contraste marqué avec les tissus définitifs; c'est uniquement à ce cambium que les faisceaux ligneux secondaires doivent leur naissance et leur accroissement.

On peut encore supposer un autre mode de formation du nouveau cambium : on peut penser que ses cellules proviennent d'une transformation directe de celles de l'écorce, ou des cellules récemment nées dans celles-ci, lesquelles croissent principalement en longueur, tout en appointant en même temps leurs extrémités, et en refoulant sur les côtés les utricules qui se trouvent sur leur passage; ces dernières pourraient même s'oblitérer et être résorbées. Ce mode d'accroissement des cellules n'est certainement pas imaginaire, puisqu'on l'observe dans la formation du prosenchyme, dans le développement des ramifications latérales des laticifères de beaucoup de plantes, et aussi dans la pénétration du tube pollinique à travers le style et le mamelon nucellaire; cependant, en y réfléchissant, on reconnaît qu'aucun des cas que je viens de citer ne peut rendre parfaitement compte du changement des cel-

(1) H. Schacht, *Ueber die Milchsaftgefässe der* Carica Papaya (Sur les laticifères du *Carica Papaya*) (*Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, 13 novembre 1856).

lules corticales en cambium. Dans la formation du prosenchyme, l'accroissement se circonscrit dans les extrémités des cellules, auxquelles il ne donne qu'un allongement médiocre en proportion de la longueur déjà considérable qu'elles avaient auparavant. Les ramifications des laticifères s'étendent, il est vrai, longuement au milieu d'autres cellules, mais elles n'ont pas à se frayer elles-mêmes une route entre les cellules adjacentes, car cette route est déjà toute tracée par l'écartement spontané de ces cellules et la formation de canaux intercellulaires, et, en s'accroissant, elles n'ont pas à élargir l'espace ainsi formé. Enfin le tube pollinique peut être assimilé à un corps étranger pénétrant dans les tissus, surtout à un Champignon parasite qui vit aux dépens du tissu dans lequel il s'insinue, et dont il amène ainsi la destruction.

Toutefois, en examinant une tige âgée, épaisse d'environ deux pouces, mais malheureusement indéterminée, qui se trouve dans la collection de M. de Martius, et qui, bien que n'appartenant pas à une Ménispermée, présente le même type de structure, j'ai reconnu que le développement du cambium se rapproche surtout de ces derniers phénomènes dans lesquels les cellules croissent longitudinalement, tout en présentant des particularités propres. L'étude de l'organogénie du *Cocculus laurifolius* a confirmé et complété ces premiers résultats.

Comme je me propose de publier les détails de mes observations en les accompagnant des figures nécessaires, et en y joignant les recherches que j'ai faites sur les formations analogues, je me bornerai à décrire ici succinctement les faits que m'a présentés le *Cocculus laurifolius*, et à les rattacher au travail de M. Decaisne.

La mince écorce primaire (enveloppe cellulaire de Mohl) d'une branche de deux ou trois ans, dans l'épaisseur de laquelle commence à se former un cercle de faisceaux vasculaires, est composée de cellules parenchymateuses essentiellement semblables entre elles, susceptibles de développement, à parois assez épaisses, mais non lignifiées. On n'y voit que quelques différences sans importance quant à leur forme, à leur contenu et à leur arrangement.

Les cellules immédiatement sous-jacentes à l'épiderme, dispo-

sées en une ou deux assises, sont plus petites que les autres, moins étendues dans le sens tangentiel, et au contraire plus allongées dans la direction verticale.

Au-dessous se trouvent six à huit couches de cellules ellipsoïdes, disposées, selon leur plus grand diamètre, en séries qui s'étendent transversalement, et en arc d'un faisceau libérien proéminent à un autre, en formant un pont au-dessus des extrémités des rayons médullaires. Toutes ces cellules contiennent de la chlorophylle ; les intérieures d'entre elles renferment aussi un peu d'amidon et des cristaux prismatiques. Elles se multiplient principalement dans la direction tangentielle, par suite de la formation de cloisons disposées radialement, ou plus exactement perpendiculaires à leur grand diamètre, lesquelles, par conséquent, sont dirigées exactement comme les rayons de l'arc formé par chaque file de ces cellules.

Ces arcs cellulaires diminuent de longueur, à mesure qu'ils se trouvent placés plus profondément dans les sinus interposés aux faisceaux libériens en saillie. Les deux ou trois plus intérieurs d'entre eux, immédiatement adjacents au parenchyme à parois épaisses, lignifiées et ponctuées, qui constitue l'écorce secondaire sur le prolongement des rayons médullaires, dans l'intervalle des faisceaux libériens, sont différents de ceux qui se trouvent plus en dehors. Au lieu de chlorophylle, leurs cellules ne contiennent que de l'amidon ; de plus, elles achèvent de meilleure heure leur division, selon la direction tangentielle, ce qui leur donne des diamètres à peu près égaux, et une forme presque cubique. La même particularité a lieu également pour les cellules qui, terminant les arcs externes, sont immédiatement adjacentes aux faisceaux libériens, et qui forment la limite entre l'écorce primaire et l'écorce secondaire. De même que celles qui sont situées devant les rayons médullaires, elles se dégagent bientôt de leur union réciproque, de manière à laisser entre elles des espaces intercellulaires remplis d'air.

C'est de ces cellules les plus internes de l'écorce primaire, ou bien d'elles et de leurs voisines immédiates vers l'extérieur, que provient le nouveau cambium. En elles s'opère une division rapide

dans le sens radial, due à des cloisons qui diffèrent peu, pour la direction, de celles qui se sont produites peu auparavant dans les cellules placées devant les faisceaux libériens, tandis qu'elles sont à angle droit avec celles des cellules situées devant les rayons médullaires, mais qui, dans les unes et les autres, sont presque parallèles à la périphérie de la tige ou à ses tangentes. Les cellules de nouvelle formation, en se développant, remplissent de nouveau les espaces intercellulaires, et modifient ainsi leur forme d'abord irrégulièrement cubique, de manière à se présenter ensuite, sur la coupe tangentielle, comme des hexagones qui ont non pas deux faces, mais bien deux angles dirigés vers le haut et vers le bas. Souvent leur diamètre vertical surpasse quelque peu tous les autres; elles sont arrangées en séries radiales.

Les premières de ces nouvelles cellules n'arrivent pas toujours à revêtir cette configuration régulière, ni à prendre cet arrangement; souvent il se produit d'abord une couple de couches qui servent comme de transition. Lorsqu'il s'est formé régulièrement plusieurs couches, leurs cellules se différencient. Celles des couches externes prennent des parois très épaisses, ponctuées, et se remplissent d'amidon. Elles constituent dès lors une couche de tissu semblable à celui des cercles parenchymateux à parois épaisses, qu'on observe si fréquemment dans l'écorce des végétaux ligneux, et qui lui donnent une consistance pierreuse ou sableuse. Souvent aussi des cellules à chlorophylle placées plus en dehors prennent part à cette modification tantôt par groupes, tantôt isolément.

Les cellules des couches les plus internes subissent une modification analogue. Leurs parois gagnent également en épaisseur, mais très modérément, de telle sorte que leurs ponctuations ne s'approfondissent pas en canaux. Bientôt leur cavité se remplit d'amidon, et dès lors elles ressemblent tout à fait aux cellules des rayons médullaires.

Au contraire, les cellules du milieu, tantôt en une seule couche, tantôt en deux ou davantage, restent formées de parois minces, et conservent leur tendance à continuer leur organisation; elles se distinguent donc essentiellement de celles des couches intérieure et extérieure, parce que toute leur activité, au lieu de se porter

sur l'épaississement de leurs parois et la transformation de leur contenu en substances solides, a pour unique effet de former successivement des cloisons tangentielles. Cette couche représente déjà le nouveau cambium qui, à la vérité, sous cette forme, ne peut qu'amener la multiplication des cellules semblables à celles des rayons médullaires, et augmenter aussi la masse du parenchyme à parois épaisses par production vers les deux côtés d'éléments analogues. Quand ces deux formations ont eu lieu pendant quelque temps, et la dernière toujours en proportion beaucoup plus faible, les cellules du cambium s'allongent enfin par places correspondantes à celles qu'occuperont plus tard les faisceaux ligneux secondaires; elles constituent ainsi des cordons longitudinaux, plusieurs fois anastomosés entre eux; ce changement rend leur diamètre longitudinal égal à plus de huit fois la longueur des cellules mères du bois. En même temps que se produisent ces cordons, les cellules du cambium subissent une division plus rapide, de telle sorte qu'il se forme des groupes cellulaires à section transversale demi-circulaire, et faisant saillie par leur côté convexe au-delà du reste de la limite du nouvel anneau du cambium.

Plus les cellules se trouvent près du milieu de ces groupes, plus la figure hexagonale qu'offre leur coupe tangentielle se montre allongée. Les deux angles de l'hexagone qui se dirigent vers le haut et vers le bas deviennent sans cesse de plus en plus aigus, tandis que les autres sont au contraire de plus en plus obtus, et finissent même par s'effacer, la cellule ayant finalement un contour en feuille de myrte elliptique-rhomboïdale étroite. A mesure que ces cellules allongent leur diamètre longitudinal, elles rétrécissent, mais beaucoup plus faiblement, leur diamètre transversal, sans qu'on puisse y observer une division sur leur longueur par des cloisons radiales. Cette modification de forme suppose nécessairement que les cellules s'étendent quelque peu dans l'intervalle les unes des autres; seulement une seule et même cellule ne continue pas de s'étendre ainsi, jusqu'à ce qu'elle ait acquis la longueur requise pour les cellules mères du bois, mais elle transmet ce rôle qu'elle-même ne peut remplir entièrement, à cause de l'obstacle que lui opposent les cellules voisines tendant vers le

même but, à ses rejetons successifs, tandis que d'autres cellules dépérissent de plus en plus dans leur descendance, et que la prépondérance d'accroissement des premières, qui sont privilégiées, finit par faire périr entièrement la lignée des dernières.

Ces particularités deviennent claires par l'observation de la coupe longitudinale radiale. Ici les cellules cambiales encore courtes se montrent comme des carrés ou des rectangles allongés. Ainsi que le montre la comparaison avec les sections tangentielles, ces cellules représentent dès lors des aires hexagonales, dont le diamètre transversal est généralement un peu moindre que les autres dimensions. Par l'effet de la multiplication, chacune de ces aires se partage en deux moitiés plus étroites, qui ensuite, à leur tour, tendent à acquérir les proportions qu'avait la cellule mère. Après que les angles latéraux de l'hexagone se sont effacés, la cellule prend la forme d'une pierre à aiguiser, de telle sorte que, sur toutes les sections radiales menées selon la longueur de la tige, elle doit apparaître comme un rectangle plus ou moins allongé. Naturellement la courbure des parois latérales d'une pareille cellule, lorsqu'on examine la surface d'une section radiale, ne peut être reconnue sous le microscope que par une observation très attentive, en élevant et abaissant alternativement l'instrument.

Tant que les cellules forment des aires courtes, hexagonales, elles s'offrent arrangées en files, soit selon la direction du rayon, soit dans celle de l'axe de la tige, à la vérité moins régulièrement dans cette dernière direction. On voit les files radiales irrégulières là où la section passe par un cordon jeune de tissu organisable en faisceau ligneux. Si l'on va du parenchyme à parois épaisses vers le milieu du faisceau, ainsi que dans la direction opposée, à partir du nouveau tissu d'un rayon médullaire qui s'est étendu en couche annulaire sur les faisceaux vasculaires primitifs, on voit que les rectangles d'une série deviennent de plus en plus longs en même temps que leur largeur diminue, tandis que les cellules d'une, deux ou trois séries placées au-dessus ou au-dessous (dans la tige dirigée verticalement), diminuent peu à peu dans la même direction d'une quantité correspondante.

Pour faire comprendre ce fait dans un cas déterminé, désignons

trois files radiales de cellules du nouveau tissu de rayons médullaires situées les unes sous les autres dans le sens de la longueur de la tige, par *a*, *b*, *c*; nommons, d'un autre côté, α, β et γ, trois cellules qui, dans ces files, se trouvent comptées du haut vers le bas sur une ligne parallèle à l'axe de la tige, précisément à la limite du tissu d'un rayon médullaire et d'un faisceau ligneux en voie de formation. Ces cellules ont le même diamètre longitudinal et un contour généralement assez uniforme, presque carré. Si nous partons de ces files pour nous diriger vers le milieu du nouveau faisceau, nous pouvons suivre les limites supérieure et inférieure de toutes les trois marchant parallèlement sur une assez grande longueur; mais nous voyons que finalement, au lieu de correspondre à trois cellules superposées, elles ne correspondent plus qu'à une seule cellule, dont la longueur égale celle de α, β, γ réunies. Dans notre cas, entre cette longue cellule et α se trouve une série de quatre cellules qui ont une longueur de plus en plus grande à partir de α, de sorte que celle qui est la plus voisine de α, c'est-à-dire α^1, est déjà égale à une fois et un tiers la longueur de α; que la suivante, ou α^2, égale une fois et deux tiers la longueur de α; que la troisième, ou α^3, est deux fois plus longue que α; que la quatrième, ou α^4, doit être deux et trois cinquièmes de α; enfin que la cinquième, ou α^5, c'est-à-dire celle à laquelle viennent finir les trois files, est trois fois plus longue que α. Ainsi la série *a* s'est entièrement substituée à la série *b*, qui se termine à la seconde cellule à partir de β, c'est-à-dire à β^2 placée sous α^2, et elle absorbe même la série *c* qui vient finir par γ^4 au-dessous de α^4.

Toutes les cellules de la série *a* se montrent comme provenant d'une cellule qui, ressemblant originairement à α, a obéi à sa tendance à s'allonger en arrivant par des détours à la cellule α^5. Cependant ce n'est pas toute la somme des formations sorties de cette cellule, à partir du moment de son élongation indirecte, que représente la série de α jusqu'à α^5, mais seulement la moitié de celle-ci. En effet, ce que nous avons dit sur l'allongement des cellules d'un côté de la ligne moyenne du nouveau cambium, s'applique également aux cellules de l'autre côté. Dans le cas le plus régulier, nous verrons la série *a* se continuer vers le parenchyme cortical, rac-

courcir ses cellules d'autant plus qu'elles arrivent plus vers l'extérieur, et, à côté de celles-ci, les continuations des séries *b* et *c*, qui avaient été interrompues pour apparaître de nouveau.

A partir du point jusques auquel nous avons suivi la marche des faits, l'élongation des cellules formées successivement s'opère selon une progression beaucoup plus rapide qu'auparavant, et elle est favorisée par un plus fort accroissement des deux extrémités des cellules, maintenant très disposées à s'emboîter les unes entre les autres ; tandis que jusqu'à ce moment elle avait eu lieu presque uniquement par suite du développement inégal de cellules naissant simultanément les unes sur les autres et de mêmes dimensions à l'origine. En même temps, ces cellules diminuent de plus en plus de largeur, jusqu'à n'avoir plus enfin que la moitié de celle qu'elles avaient d'abord, sans qu'il s'y opère une division produite par des cloisons radiales.

Dans la plupart des cas, la marche du phénomène est beaucoup moins régulière que nous ne venons de la dépeindre. Son irrégularité résulte particulièrement de ce que les cellules d'une série, dont les éléments ont déjà commencé leur élongation successive, ne s'arrêtent pas simplement à moitié chemin, mais, arrivés au delà, peuvent décroître, et souvent même très vite, jusqu'à leur disparition complète ; de plus, à ce que, même de très bonne heure, l'allongement peut se faire beaucoup plus rapidement que dans l'exemple donné par nous ; d'où il résulte souvent que la plus grande partie de l'activité a pour effet unique d'amener les cellules à s'insinuer en s'accroissant les unes entre les autres, après qu'une dislocation préalable a détruit leur union réciproque. C'est ce qui paraît avoir lieu notamment du côté de l'écorce, où il est beaucoup plus rare de trouver les degrés successifs indiqués plus haut, qu'on observe en très belle série du côté des rayons médullaires. La raison paraît en être que les cellules du cambium cessent en général de très bonne heure de produire de nouveaux éléments du côté de l'écorce. Il n'est donc pas étonnant que, presque jamais, nous ne réussissions à trouver une file de cellules se continuant directement dans son accroissement, et puis dans son décroissement de longueur, des rayons médullaires jusqu'à l'écorce.

Les cellules qui subissent une élongation pour former un nouveau faisceau n'atteignent pas toutes, par la marche indirecte que nous connaissons maintenant, la longueur que suppose la formation des cellules ordinaires du bois et des vaisseaux. Beaucoup d'entre elles s'arrêtent à des degrés intermédiaires; celles-ci deviennent, en partie, des cellules ligneuses plus courtes que d'ordinaire, ayant les extrémités émoussées, les autres des cellules du parenchyme ligneux. Ces dernières ont leurs parois horizontales, ainsi que les latérales tangentielles plus épaisses que les parois des cellules ligneuses et pour de nombreuses ponctuations simples, tandis que leurs parois latérales, dirigées dans le sens des rayons, sont moins épaisses que celles des mêmes cellules ligneuses. On les trouve particulièrement nombreuses dans les portions les plus internes et les premières formées du nouveau faisceau ligneux, et elles constituent les petits rayons médullaires composés d'une seule file de cellules. De même les cellules ligneuses et les vaisseaux formés tard, qui composent les faisceaux secondaires nés dans l'épaisseur de l'écorce, n'acquièrent pas, pour la plupart, une longueur égale à celle qu'ont les mêmes éléments compris dans les faisceaux primaires.

D'un côté cette particularité, de l'autre l'absence déjà signalée plus haut des vaisseaux spiraux et des cellules libériennes prosenchymateuses, à parois épaisses, ainsi que la direction sinueuse, avec de fréquentes anastomoses, distinguent essentiellement les nouveaux faisceaux de ceux qui s'étaient développés en premier lieu.

Quant au liber, on ne peut en contester entièrement l'existence chez les Ménispermées, bien qu'elles ne possèdent pas de cellules libériennes à parois épaisses; à la place de celles-ci se montrent les cellules parenchymateuses à parois épaisses de l'écorce. Ce n'est cependant pas là le motif pour lequel nous attribuons un liber à ces végétaux; c'est parce que la moitié externe de leurs faisceaux de cambium se change de très bonne heure en éléments qu'on ne peut pas considérer autrement que comme un liber à parois minces, puisqu'ils forment des séries de deux jusqu'à cinq cellules, dont la supérieure et l'inférieure sont pointues, de manière que la série

entière correspond pour la longueur à une cellule prosenchymateuse à parois minces, et diffère uniquement par ses cloisons transversales d'une jeune cellule ligneuse provenue du même cambium. Dans le fait, ces éléments semblent résulter de la division transversale de cellules de cambium allongées, et cette idée reçoit un puissant appui de cette circonstance que, dans tous les faisceaux de cambium des faisceaux vasculaires qui ne s'accroissent plus, même dans les premiers de la tige, on n'observe presque uniquement que des cellules libériennes divisées transversalement, et à parois minces, ce qui autorise à conclure qu'elles proviennent d'une transformation des cellules cambiales qui ne servent plus à la formation du bois.

Tandis que les faisceaux primitifs de la tige restent séparés sur toute leur longueur par les grands rayons médullaires, et ne s'envoient que d'espace à autre de rares fibres d'union, les faisceaux vasculaires secondaires présentent des jonctions latérales nombreuses et considérables ; de là vient que ces derniers ont un trajet sinueux, et comprennent dans leurs mailles les rayons médullaires plusieurs fois interrompus. Mais je n'ai jamais vu d'anastomose entre les faisceaux secondaires et les primaires, ni entre les différentes couches concentriques, secondaires ; dès lors la concordance que j'ai reconnue sous ce rapport entre toutes les Ménispermées que j'ai pu observer me fait regarder comme inexacte l'assertion de M. Schacht, qui dit (1) que, dans le *Cocculus palmatus*, les faisceaux de la seconde couche se forment par ramification des faisceaux primaires.

Ce que nous avons vu avoir lieu pour le deuxième cercle de nouveaux faisceaux vasculaires se reproduit pour chacun des cercles suivants. Comme la première fois, un nouvel anneau de cambium naît de l'écorce primaire, devant les faisceaux libériens des premiers faisceaux vasculaires ; de même, à chaque formation suivante, devant la couche de parenchyme à parois minces, qui est le produit déposé vers l'extérieur par l'anneau cambial, dont l'activité s'arrête alors, se forment les éléments libériens, à parois

(1) *Pflanzenzelle*, p. 284.

minces, placés dans l'intérieur de cette couche, qui, réunis à elle, représentent la nouvelle écorce secondaire. L'écorce primaire se conserve sur la tige; l'épiderme seul se détruit, et du liége le remplace. Le nouveau cambium ne se développe pas simultanément sur tous les points de la circonférence de la tige. Il se montre en île, sur quelques points, et se répand de là peu à peu, parallèlement à la périphérie de la tige, à droite et à gauche, un nombre toujours de plus en plus grand de cellules corticales prenant part à sa formation. Ordinairement la place où il commence de se produire correspond à un rameau qui part plus haut sur la tige ou la branche. Jamais les faisceaux vasculaires secondaires ne se rattachent aux feuilles ; ils se prolongent de la tige sur les plus fortes branches, mais sans présenter là non plus des rapports de dépendance avec les faisceaux vasculaires. Eu égard au manque de vaisseaux spiraux dans leur portion interne, ils semblent devenus indépendants, parce que les couches d'épaississement des premiers faisceaux provenues d'un cambium particulier, tirant leur principale importance de leurs rapports avec le squelette de la tige, tandis qu'elles ne sont qu'en relation indirecte avec les organes appendiculaires, et ne se rattachent que par leur cambium aux faisceaux vasculaires primaires des ramifications supérieures, qui nourrissent les feuilles vivantes, ne peuvent amener de nouveaux sucs que par l'intermédiaire des rayons médullaires. On voit de là le manque de fondement de l'opinion qui considère les couches d'épaississement des végétaux ligneux, dont l'accroissement est régulier, comme les parties inférieures des faisceaux vasculaires appartenant aux feuilles supérieures, et qui attribue aux faisceaux vasculaires des Dicotylédons une marche analogue à celle qu'on leur trouve chez les Monocotylédons. Nous voyons aussi là un exemple de plus de l'existence de faisceaux vasculaires fermés même chez des Dicotylédons.

Ce n'est pas seulement chez les Ménispermées qu'on observe un pareil accroissement. J'ai déjà parlé plus haut d'une tige qui présente des particularités entièrement semblables, et dont l'étude m'a mis sur la voie pour la détermination de ces circonstances anormales. Cependant elle se distingue par quelques détails d'une

importance secondaire : ainsi chacun de ses nouveaux cercles de cambium enferme non-seulement la portion libérienne de la couche précédente, mais encore une portion du parenchyme cortical. Je trouve aussi dans les portions corticales enfermées, qui, colorées en rouge comme l'écorce périphérique, forment sur la coupe transversale de cette tige des lignes concentriques faisant contraste avec le bois jaunâtre, que la portion libérienne est toujours plus fortement développée que dans l'écorce périphérique. Cela oblige à supposer que le cambium enfermé conserve son activité pendant quelque temps, comme M. Crüger (1) l'admet pour le *Doliocarpus*, plante grimpante, dont l'accroissement correspond aussi pour le reste au type des Ménispermées. D'autres Dilléniacées paraissent également leur ressembler sous ce rapport. C'est encore ici que se rattache le *Rhynchosia scandens*, liane de la famille des Légumineuses, d'après la description qu'en donne M. Crüger.

De même, les travaux de Jussieu (2) paraissent prouver que plusieurs Convolvulacées à tige pourvue de zones concentriques rentrent dans la même catégorie, ainsi certainement que le *Gnetum* qui diffère des Ménispermées uniquement en ce qu'un liber manifeste se montre à chaque zone de faisceaux vasculaires, et non pas seulement à la plus intérieure d'entre elles.

Nous rangerions encore ici la tige du *Phytocrene*, qu'Endlicher place parmi les Ménispermées, si la description qu'en a donnée M. Mettenius (3) ne laissait dans le doute quant à la question de savoir si les cercles de faisceaux vasculaires formés tard proviennent d'un parenchyme à courtes cellules, ou bien de longues cellules cambiales qui persistent au côté intérieur des premiers faisceaux libériens, mais qu'une épaisse assise de parenchyme sépare du reste du faisceau vasculaire primaire.

Dans tous les cas, une différence essentielle résulterait de cette circonstance que la formation du nouveau cambium a lieu à l'inté-

(1) *Botan. Zeitung*, 1850 et 1851.

(2) *Monographie des Malpighiacées*, et *Ann. des sc. nat.*, 2e série, 1844, t. XV, p. 234.

(3) *Beiträge zur Botanik*, 1er cahier, Heidelberg, 1850, p. 50.

rieur du premier liber, et provient dès lors du produit du cambium lui-même et non du produit du parenchyme primitif, comme cela paraît être pour le tissu cortical.

La même différence nous empêche de rapporter ici le *Securidaca volubilis* (Polygalée), jusqu'à ce que nous ayons eu occasion d'en faire l'objet d'études comparatives, qui nous permettent d'apprécier la valeur de cette différence.

Nous croyons devoir rappeler que l'opinion émise ici par M. Radlkofer avait été prévue par M. A. Trécul dans deux de ses Mémoires insérés au XIX[e] volume des *Annales des sciences naturelles*, 3[e] série, et intitulés : le premier, *Reproduction du bois et de l'écorce par le bois décortiqué;* le second, *Production du bois par l'écorce des arbres dicotylédonés*. En effet, dans le premier, il s'exprime ainsi : « Je demanderai, en terminant, s'il ne serait pas possible que les divers centres ligneux que l'on remarque dans les tiges d'un grand nombre de lianes, dont la structure bizarre a tant occupé les anatomistes, eussent une origine analogue à celle des parties fibro-vasculaires que je viens d'étudier ? Je suis porté à croire que leur développement est le même ; c'est pourquoi j'ai cru devoir appeler sur ce point l'attention des botanistes qui pourraient se trouver dans des circonstances favorables pour étudier l'accroissement de ces végétaux. » Dans le second mémoire, il termine par une recommandation semblable, et y décrit ainsi la formation des fibres ligneuses et des vaisseaux, c'est-à-dire d'un corps ligneux parfait, par les cellules corticales : «..... Ce sont les cellules placées à une certaine profondeur (à une certaine distance de la face interne de l'écorce détachée du bois) dans cette couche utriculaire la plus jeune de l'écorce, *qui se sont dilatées, puis divisées par des cloisons*, comme je l'ai dit dans mes mémoires publiés récemment, de manière à former des séries horizontales de cellules ligneuses qui peuvent conserver cette disposition, comme on le voit en *b* dans la figure 2. Alors leurs parois, d'abord lisses, comme en *l'*, sont bientôt marquées de ponctuations, comme celles qui sont représentées en *l* ; ou bien ces jeunes cellules ligneuses deviennent fusiformes en s'allongeant par les deux extrémités en pointes qui s'introduisent entre les cellules des séries placées au-dessus et au-dessous d'elles. J'ai décrit et figuré ce phénomène dans mon Mémoire *sur l'origine et le développement des fibres ligneuses*. — En même temps que les fibres du bois sont produites, des vaisseaux apparaissent au milieu d'elles..... »

RECHERCHES

SUR

LES FORMATIONS CELLULAIRES,

L'ACCROISSEMENT ET L'EXFOLIATION DES EXTRÉMITÉS RADICULAIRES ET FIBRILLAIRES DES PLANTES,

Par MM. GARREAU et BRAUWERS.

Dans une suite de recherches entreprises par l'un de nous, ayant pour but d'arriver à la connaissance des causes qui président à la distribution des matières minérales dans les divers organes des plantes, nous avions eu occasion de remarquer, alors que les graines germent sous l'influence d'une température de 20 à 25 degrés, que le sommet de leurs radicules, et plus tard les extrémités fibrillaires des racines, portaient fréquemment, à une époque peu éloignée de celle ou elles émergent de l'axe, des traces plus ou moins marquées d'exfoliation cellulaire, ou un renflement de forme larmaire et de consistance visqueuse, quoique les unes et les autres fussent placées dans des milieux propres à l'accomplissement régulier de leurs actes physiologiques.

Ces faits nous ayant dès lors paru dépendre de leur développement normal, il devenait intéressant de les examiner avec soin. Le professeur Link (1), dans un écrit trop concis et qui se distingue par la justesse des observations optiques qu'il recèle, avait, dès 1850, rappelé l'attention des botanistes sur l'excoriation et le

(1) Outre le travail de Link mentionné ici, les lecteurs que ce sujet intéressera pourront consulter un Mémoire de M Gasparrini (*Ricerche sulla natura dei succiateri e la escrezione delle radici*, etc.), publié à Naples en 1856, et touchant à la question qui fait l'objet des recherches de MM. Garreau et Brauwers. (Réd.)

mode d'accroissement de l'extrémité des fibres radicales de la Jacinthe, ainsi que sur le renflement visqueux que l'on observe à l'extrémité des jeunes racines adventives des Saules; mais, si les figures qu'il donne de ces objets témoignent fidèlement de ce qui se passe quant au siége de l'élongation du tissu, il n'en est pas de même de la partie de son travail qui s'applique aux formations élémentaires de ces organes qu'il fait découler du cambium extra-cellulaire. D'ailleurs, les objets sur lesquels ce botaniste a dirigé ses recherches sont en nombre trop limité, et les conditions d'expérimentation trop peu variées pour faire une étude un peu approfondie de ce sujet. Ajoutons que, dans les sciences, quel que soit l'objet que l'on aborde, il arrive souvent que des faits intéressants échappent, même aux observateurs les plus patients, et l'on concevra que, malgré le mérite du travail des savants que nous venons de nommer, nos recherches se trouvent légitimées par l'espoir d'ajouter quelques faits nouveaux à cette importante question.

Pour observer avec plus de facilité et de fruit les faits qui se rattachent aux formations cellulaires et à l'accroissement de la radicule, il était important de suivre son développement en l'absence du contact de tout corps étranger capable d'y adhérer ou d'en altérer la surface. Pour atteindre ce but, des graines choisies d'espèces très diverses, humectées avec l'eau de pluie, ont été placées sur des tamis de crin et recouvertes d'un drap de laine humide. Ces germoirs, placés sur des terrines dont le fond était garni d'eau, mettaient les graines dans une atmosphère constamment humide; de telle sorte que les radicules, dont le développement marchait plus ou moins rapidement, suivant la température qu'il nous était loisible de choisir, formaient sous les mailles des tamis, et au-dessus de la surface de l'eau, des taillis dans lesquels les sujets d'observation, égaux d'âge et de dimensions, permettaient à la fois a multiplicité des recherches et le contrôle des faits observés.

Les graines placées dans ces conditions germaient, à égalité de température, beaucoup plus rapidement que dans la terre la mieux préparée, effet qui paraît devoir être attribué au libre accès de

l'air. C'est ainsi que par une température de 25° centigr., la radicule de la graine du Cresson alénois se dégagea de ses enveloppes en huit heures, celle de la Caméline en quinze, et celle de la caryopse du petit Millet en deux jours.

Quand la radicule commence à poindre, elle est ordinairement lisse sur toute sa surface, et ne présente aucun indice d'exfoliation, alors que la germination s'effectue dans les conditions de thermalité ordinaires de l'atmosphère sous le climat de Lille; mais, à une température de 20 à 25 degrés, l'exfoliation commence de très bonne heure chez les plantes à périsperme ou à cotylédons féculents, et cette tendance plus précoce à s'exfolier coïncide, comme nous le verrons bientôt, avec un mode particulier de dislocation de leurs organes élémentaires.

La radicule du *Triticum sativum*, lorsqu'elle prend naissance dans les conditions ordinaires de température de l'atmosphère, se présente sous la forme d'un cylindre conique à son sommet, et montre au centre de cette dernière région une portion de sphère formée de cellules quadrilatères dont l'ensemble, nuancé d'une teinte ambrée, diffère nettement des cellules plus allongées et complétement incolores qui les recouvrent. Les premières constituent ce que nous appellerons, pour faciliter l'intelligence des faits, le sommet de l'axe radiculaire, et les dernières, celui de la couche corticale.

Prises dans ces conditions et au début de la germination, toutes les cellules de la couche corticale, y comprise celle du sommet, sont lisses et adhérentes entre elles, et les plus extérieures plus allongées que celles qu'elles recouvrent immédiatement.

A mesure que l'organe s'accroît, on remarque que ces cellules épidermales, dont la taille est d'autant plus grande qu'elles siégent plus près de la base de la radicule, recèlent une matière animale que le deutonitrate de mercure teint en rose pâle et l'iodure ioduré de potassium en brun foncé. Cette substance, qui enchaîne des granules d'une grande ténuité, s'accumule à la région moyenne de chacune desdites cellules en un petit amas (fig. 1, A) au-dessus duquel la paroi de la cellule s'arrondit, extérieurement, sous forme d'une hernie légère dans la cavité de laquelle cette même matière

parvient à se loger; et, à mesure qu'elle s'y accumule (BB), cet appendice se développe pour acquérir une longueur double ou triple de la largeur de la radicule; de telle sorte que chaque cellule épidermale présente, avec son appendice absorbant, la forme d'une croix dont la hampe serait démesurément longue (B').

Il n'est pas possible de suivre le mécanisme à l'aide duquel cette matière détermine l'allongement d'une portion de la paroi de la cellule en appendice, mais on peut conjecturer qu'agent essentiel de toutes les formations cellulaires, c'est elle qui en sécrète et coordonne les matériaux.

A mesure que la radicule se développe, et ordinairement quand elle atteint une longueur de 1 à 3 centimètres, on remarque que son sommet s'est renflé et a pris une forme larmaire. Cette région, qui est visqueuse au toucher, se dilue facilement lorsqu'on l'immerge dans l'eau, en lui communiquant une consistance analogue à celle du blanc d'œuf et une saveur sucrée très prononcée.

Les extrémités radiculaires de 500 grammes de Blé immergées dans l'eau distillée donnent un soluté qui, chauffé à 78 degrés, laisse coaguler des flocons de matière azotée (caséine, albumine); et si après avoir séparé cette matière on additionne la liqueur d'un excès d'alcool à 95 degrés, il se fait un dépôt pulvérulent dans une masse de grumeaux de consistance pâteuse et de saveur sucrée, formée d'un mélange de dextrine et de sucre. La matière, précipitée à l'état de poudre, saccharifie l'amidon à la manière de la diastase; mais, quel que soit le nombre des dilutions et des précipitations successives qu'on lui fasse subir, elle retient toujours une quantité notable de dextrine que la liqueur de Fehling permet d'évaluer au tiers de son poids. Une portion de la matière visqueuse en dilution dans l'eau et filtrée donne à l'évaporation un résidu transparent, à peine coloré, très altérable, brunissant à 90 degrés, et qui, calciné à blanc, laisse une faible quantité de cendres dans lesquelles l'analyse constate la présence des phosphates de potasse et de chaux. D'après cela, cette substance possède exactement la composition d'une farine saccharifiée par la

diastase. Cette matière, qui se trouve, du reste, répandue dans tout le tissu propre à la radicule, doit servir au développement de cet organe, et cette supposition acquiert un certain degré de vraisemblance, puisqu'elle s'accumule en plus forte proportion à son extrémité, siége des formations et de l'accroissement cellulaire. Il est vrai que, soluble dans l'eau, elle doit, sous l'action des pluies abondantes, échapper en partie à cette destination, et qu'alors il faut admettre que l'excès de cet aliment est perdu pour la plante, et se répand dans le sol pour former, comme nous essayerons de le démontrer plus loin, ce que l'on a appelé les excrétions des racines; mais si cette dernière conjecture paraît avoir quelque fondement, il n'est pas douteux que cette matière ne serve au développement des cellules corticales qui doivent s'exfolier, puisque ces dernières nagent et s'accroissent pendant un certain temps dans ce milieu visqueux qui seul les retient unies au reste du tissu.

Si l'on examine avec un grossissement convenable l'extrémité de la radicule du Blé prise dans les conditions que nous venons d'indiquer, on remarque, au moment de l'humectation et sous la pression du verre le plus léger, que la couche la plus externe s'affaisse; les cellules disjointes qui la composent s'écartent les unes des autres, et nagent dans la matière visqueuse, complétement isolées. Ces cellules qui, comme nous l'avons dit, se distinguent nettement par leurs formes et leurs dimensions plus grandes de celles qui constituent le sommet de l'axe de la radicule, se montrent d'autant plus allongées qu'elles sont plus éloignées de la ligne courbe (C, C) qui limite cette région; fait qui laisse entrevoir que c'est aux confins de cette ligne qu'elles doivent nécessairement prendre naissance.

Ces cellules (D, D'), transparentes et emplies de granules jaunissant sous l'action de l'iodure de potassium ioduré, sont refoulées en avant et latéralement par des formations nouvelles. A mesure qu'elles s'éloignent du point où elles se sont formées, elles s'accroissent en tous sens, les granules azotés qu'elles contiennent grossissent en devenant plus rares; puis elles s'accroissent en longueur, et restent appliquées sur la partie persistante de l'épi-

derme (E, E), ou s'exfolient plus ou moins promptement. Ces cellules allongées, prises à l'état adulte (FF), sont dépourvues de gros granules; mais leur matière vivante se montre alors sous forme de nucléus reliés à la membrane interne par des filaments qui sont le siége de courants rapides semés de granules d'une grande ténuité. Plus tard, alors que la cellule s'est accrue, la matière des courants et du nucléus s'isole dans une même cellule en deux ou trois amas de forme ovalaire qui constituent bientôt deux ou trois cellules d'abord accolées bout à bout, mais qui finissent par s'isoler les unes des autres (G, G).

Les radicules du Millet, de l'Orge, du Sarrasin, de la Fève de marais, du Trèfle cultivé, des Lentilles, de la Vesce cultivée, de la Chicorée sauvage, de la Crépide vireuse, de la Rose trémière, prises dans les mêmes conditions, présentent exactement le même mode d'accroissement et d'exfoliation de l'extrémité de leur couche corticale; à cela près, cependant, que la couche exfoliable dans la radicule de la Rose trémière est, relativement, très abondante, riche en matière visqueuse, et que les cellules qui la composent sont plus serrées que dans celles du Froment, quoique lâchement unies, à la manière d'un épiderme, par la matière visqueuse interposée.

Les extrémités radiculaires de la Chicorée sauvage, de la Laitue cultivée, de la Crépide vireuse, du Pavot somnifère, de la Moutarde noire, de la Caméline cultivée, qu'on laisse s'exfolier dans l'eau distillée, donnent des solutés qui, évaporés dans le vide, laissent des résidus à peine colorés, d'un aspect gommeux. Ceux que l'on obtient des radicules de la Chicorée et de la Crépide vireuse exhalent une odeur vireuse, et possèdent une amertume analogue à celle de la thridace. Celui que fournissent les radicules du Pavot est doué de l'odeur et de la saveur de l'opium du commerce, et ceux qui proviennent des radicules de la Moutarde noire et de la Caméline ont une saveur salée, sulfureuse, et exhalent une odeur alliacée insupportable.

Ces matières, qui dans le cours ordinaire de la végétation sont abandonnées au sol, semblent devoir expliquer les antipathies de certaines plantes pour d'autres, puisque l'expérience directe a

prouvé qu'elles sont toujours nuisibles, lorsqu'elles sont absorbées en quantité suffisante par les végétaux.

La portion que, pour l'intelligence des faits, nous avons désignée sous le nom d'axe de la radicule, présente dans son étude des difficultés plus grandes, qui tiennent, d'une part à ce que son sommet est masqué par la zone corticale non encore exfoliée qui y adhère, et de l'autre à ce que les cellules qui composent cette dernière région sont en partie gorgées de granules féculents très ténus qui interceptent le passage de la lumière. Mais si l'on enlève la pointe de la radicule dans une étendue d'un quart de millimètre, et qu'on humecte son sommet d'une goutte d'acide phosphorique dilué dans le double de son poids d'eau, les cellules corticales encore adhérentes s'exfolient, et l'extrémité de l'axe de la radicule se trouve dégagée, en même temps que les granules féculents de ses cellules se dissolvent et laissent au tissu une transparence convenable.

Ces cellules qui, par leur réunion, constituent un axe ou cylindre dont l'extrémité libre se termine en hémisphère, se présentent sous la forme de prismes quadrangulaires élargis vers le milieu; elles décroissent de la base de l'organe vers son sommet pour devenir cubiques ou tabulaires dans cette dernière région où, à l'aide de préparations suffisamment nombreuses, on peut se convaincre que celles de ces cellules qui limitent la portion hémisphérique de l'axe, privées de granules féculents (H, H), sont munies de matières protéiques agglomérées dans chaque cellule en deux ou quatre amas distincts, comme cela se remarque dans les dernières phases de l'évolution des cellules polliniques.

Bientôt chacun de ces amas qui continue la symétrie d'une rangée cellulaire constituera une cellule nouvelle, de telle manière que la multiplication a lieu par formation binaire ou quaternaire au sein des cellules mères, et non, comme le supposait Link, aux dépens d'un cambium extra-utriculaire. Il ne nous a pas été possible de déterminer si ces nouvelles cellules résultent d'un cloisonnement simple de la cellule mère ou d'un cloisonnement double provenant de l'adossement des parois latérales de jeunes cellules formées autour des amas de la matière protéique; ce-

pendant nous inclinons à croire qu'elles naissent d'après ce dernier mode, parce que les couches les plus superficielles de ces cellules sont celles qui, refoulées en avant, constitueront la zone corticale qui, comme nous l'avons dit, s'exfolie en cellules complétement isolées ; ce qui ne pourrait avoir lieu dans la supposition d'un cloisonnement mitoyen.

Les cellules que l'on remarque immédiatement au-dessus de celles qui sont en voie de multiplication (I, I), d'abord carrées et remplies de granules féculents d'une excessive ténuité, s'allongent un peu dans le sens de l'axe, et, pendant que cet accroissement se fait, les granules féculents disparaissent, et la matière protéique vivante, alors visible, se condense dans chaque cellule en deux ou trois amas irréguliers (I'), entre lesquels les cloisons ne tardent pas à paraître. De ces nouvelles cellules, dont le petit diamètre est alors parallèle à l'axe, les unes grandissent sans éprouver de changements, les autres se multiplient par divisions binaires parallèles à l'axe, s'élargissent et grandissent comme les premières, en formant avec elles des séries linéaires semblables à celles que présentent les caryopses du Maïs sur l'axe de leur épi. Un fait digne d'être noté, c'est qu'à mesure que les cellules de l'axe radiculaire se multiplient, on remarque entre les séries parallèles qu'elles constituent des lignes obscures (méats) formées par la présence de l'air ou de tout autre gaz qui pénètre jusqu'à une faible distance du sommet de l'axe. Ce mode de multiplication s'observe dans l'extrémité de l'axe de la radicule du Millet, où il est même plus facile de le suivre que dans celle du Blé. On l'observe également dans les radicules du Sarrasin, de l'Orge, de la Rose, trémière, des Légumineuses ; tout porte à croire que ce genre d'évolution appartient à la généralité des plantes. Assez souvent, quand le milieu dans lequel elles végètent ne possède qu'une température peu élevée, les extrémités des radicules ou des fibrilles ne s'exfolient que tardivement, et alors leurs éléments, au lieu de se détacher isolément, s'exfolient, unis sous forme d'épiderme, dont ils représentent en réalité des lambeaux.

La graine de Moutarde noire, qui germe à une température de 12 degrés, produit des radicules dont les cellules du sommet de

l'axe et celles de la couche exfoliable qui les recouvre sont remplies de granules dont l'opacité rend stériles les recherches les plus suivies. Mais si l'on attend que des racines adventives se soient formées, on peut en choisir parmi ces dernières qui ne mesurent qu'un cinquième de millimètre de diamètre, et dont la transparence est parfaite. Une telle fibrille placée sur le porte-objet montre, sans qu'il soit nécessaire de la mutiler, son axe avec ses vaisseaux spiraux et sa couche corticale, qui, au lieu de s'exfolier comme celle du Blé, se détache sous forme de calotte résultant de l'union de plusieurs couches superposées. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces couches caduques (fig. 2, AA), quand la radicule et les cotylédons sont suffisamment abreuvés par l'air humide, cessent de l'être, si cet air saturé d'eau n'a d'accès qu'au sommet de la radicule. On voit alors les cellules les plus externes de la couche corticale (fig. 3, AA) émettre des appendices absorbants, comme celles qui constituent l'épiderme de la base et de la partie moyenne de la radicule ; et les vaisseaux spiraux qui, dans les conditions ordinaires, s'arrêtent à une certaine distance du sommet de l'axe radiculaire, se montrent tout près de l'extrême limite de cette région : ce qui démontre qu'il existe une corrélation intime entre les fonctions des appendices absorbants et celles de ces mêmes vaisseaux, ainsi que le professeur Link l'avait supposé. Cette faculté qu'ont les cellules épidermales d'émettre des appendices absorbants pour suppléer à la disette d'eau ou d'humidité, a une influence non moins remarquable sur la direction de la radicule.

Si l'on humecte les mailles d'un tamis avec de l'eau distillée contenant des traces de chlorure de calcium, afin que la toile ne puisse se sécher complétement à l'air libre, et que l'on saupoudre la face externe de cette toile de graines de Caméline, elles y adhèrent facilement, en raison de la couche mucilagineuse qu'elles forment par leur contact avec l'eau. Si, dans cet état, on tapisse la face interne de la toile d'une couche épaisse de papier Berzelius imprégné d'eau, les graines germent, et leurs radicules, au lieu de se diriger perpendiculairement à l'horizon, rampent à la face

externe de la toile et s'y maintiennent accolées, à l'aide de leurs appendices absorbants.

D'après cet exposé, on voit que l'exfoliation de la zone corticale varie suivant les conditions d'humidité et de température sous lesquelles les radicules se trouvent placées; mais à côté de ces causes, il faut reconnaître qu'elle est aussi subordonnée à une prédisposition individuelle, puisqu'elle ne s'opère pas toujours de la même manière, alors que les sujets sont placés dans des conditions identiques.

Dans les radicules du Blé, de l'Orge, du Millet, des Vesces, du Trèfle, du Pois, de la Lentille, de la Rose trémière, du Sarrasin, etc., elle se fait par la désunion complète des cellules au milieu d'une couche visqueuse.

Dans le Pavot, la Caméline, la Moutarde noire, le Colza, le Pourpier, le Cerfeuil, la Mâche, etc., elle s'opère sous forme de coiffe composée de cellules peu adhérentes et pénétrées de matière visqueuse.

Dans la Phellandrie, l'exfoliation a lieu sous la forme de lambeaux composés de cellules épidermales qui adhèrent fortement au tissu sous-jacent.

Dans la Glycérie, elle s'opère sous forme de coiffe composée de cellules très adhérentes (fig. 4); dans les Lemna, la couche corticale exfoliable constitue une gaîne qui adhère, par son fond, à la portion hémisphérique de l'axe de la radicule (fig. 5); et ce qu'il y a de remarquable, c'est que cette coiffe existe déjà, alors que la radicule est encore emprisonnée dans la coléorhize. En effet, si l'on examine le *Lemna*, au moment où la radicule commence à poindre, on voit que cet organe apparaît sous la forme d'un petit cylindre d'une couleur plus foncée que le tissu voisin, et qui est reçu dans un sillon existant à la face inférieure de la feuille. Ce cylindre, qui mesure alors un quart de millimètre ou environ, est recouvert d'une membrane en forme d'étui, composée de cellules contiguës à celles qui limitent la face inférieure de la feuille (coléorhize).

Si l'on comprime graduellement le tout sous le verre, on voit

cette gaîne se rompre à son sommet (B), et laisser sortir la radicule, déjà enveloppée de la coiffe persistante que l'on remarque à l'extrémité de la racine, lorsqu'on l'examine à l'état adulte.

Cette couche ou coiffe, qui, comme nous l'avons dit, adhère au sommet de l'axe radiculaire, continue à s'accroître longtemps après que la radicule a rompu le sommet de la coléorhize; car elle ne mesure, à la sortie de cet organe, que le tiers de sa taille définitive, bien que les cellules qui la composent aient déjà, à cette époque, presque atteint le terme de leur accroissement.

De ces recherches on peut inférer que :

Dès son apparition, la radicule est formée de deux tissus distincts, l'un et l'autre cellulaires.

Celui qui constitue la couche externe de cet organe, et que l'on doit considérer comme les premiers rudiments d'une couche corticale, est susceptible de s'exfolier plus ou moins promptement, suivant les plantes, la température et l'humidité du milieu dans lequel il végète.

Que cette exfoliation qui s'opère au sommet de l'organe a pour résultats, tantôt la dislocation complète des cellules, qui, dans cet état, continuent à croître pendant un certain temps au milieu d'une matière visqueuse avant d'opérer leur chute, tantôt le décollement de ces éléments sous forme de lambeaux épidermoïdes ou de coiffes, souvent confondues avec la coléorhize.

Que les cellules exfoliées, et les matières qui les accompagnent, recèlent, suivant les espèces d'où elles émanent, des substances qui, abandonnées au sol, paraissent constituer ce que l'on a désigné sous le nom d'excrétions des racines.

Que le tissu qui constitue l'extrémité hémisphérique de la portion centrale de la radicule est le siége des formations cellulaires et de l'accroissement; que ces formations ont lieu d'abord par multiplication binaire ou quaternaire des cellules qui terminent le sommet de l'axe; et que, des cellules nouvellement formées, les couches les plus externes sont refoulées en avant pour constituer la couche corticale exfoliable, tandis que les plus internes s'emplissent de granules féculents et se fractionnent de nouveau,

un peu au-dessous du sommet de l'axe radiculaire, pour atteindre ensuite, sans autre changement apparent, le terme de leur accroissement.

Que la formation des appendices absorbants au sommet de la radicule, alors qu'il reçoit seul le contact de l'air humide, tout en confirmant la présence d'une couche corticale rudimentaire dans cette région, témoigne de nouveau de la tendance qu'a l'organisme à chercher le milieu qui convient à sa nutrition.

NOTE

SUR

NEUF ASCOBOLUS NOUVEAUX,

Par MM. CROUAN frères,

Pharmaciens.

Ascobolus albidus Cr. Sp. nov.

Fig. A. — 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Très petit, à peine visible à l'œil nu, blanc ou blanchâtre, sessile, conique ou subcylindrique, rarement hémisphérique, glabre, subgélatineux; hyménium plan formé par des thèques nombreuses, incurvées ou presque droites, contenant huit spores elliptiques, violettes, lesquelles ont une large membrane hyaline, hémisphérique, très mince sur un de leurs côtés; réceptacle formé par des cellules très petites, irrégulières, s'anastomosant entre elles en forme de réseau.

Croît sur les bouses de vache anciennes. Environs de Brest. Printemps. Rare.

Ascobolus Kerverni Cr. Sp. nov.

Fig. B. — 7, 8, 9, 10, 11.

Très petit, de 1 à 2 millimètres de diamètre, d'un beau jaune d'or, sessile, hémisphérique, quelquefois subcylindrique; hyménium plan ou convexe, formé par des thèques larges, incurvées, renfermant huit spores elliptiques, d'abord blanches, puis rosées, enfin d'un beau violet, disposées symétriquement dans le sommet de la thèque en une petite masse oblongue renfermée dans une membrane hyaline; paraphyses simples, filiformes, peu épaissies à leur sommet et colorées en jaune; réceptacle formé par un tissu

filamenteux, d'une grande ténuité, s'anastomosant en forme de réseau.

Croît en petits groupes sur les bouses de vache anciennes. Brest. Été.

Dédiée à feu M. Le Denmat Kervern (de Morlaix), ancien capitaine d'artillerie et botaniste très éclairé.

Obs. — C'est le seul Ascobole qui nous ait offert cette particularité, à savoir, que les huit spores sont renfermées dans une membrane hyaline particulière d'une grande ténuité, et qu'à leur maturité parfaite elles sortent de la thèque, *réunies dans cette enveloppe protectrice* sous la forme d'un corps oblong.

Ascobolus Crec'hqueraultii Cr. Sp. nov.

Fig. C. — 12, 13, 14, 15, 16.

Sessile, de 5 millimètres de diamètre, subhémisphérique, glabre, gélatineux, d'un jaune orangé; hyménium plan ; thèques larges, plus courtes que les paraphyses, renfermant huit spores sphériques, échinées, incolores ; paraphyses nombreuses, fasciculées, simples ou fourchues, épaissies en massue à leur sommet, et tellement saillantes au-dessus des thèques, que l'hyménium en paraît comme couvert de velours; réceptacle formé par de grandes cellules rondes ou ovoïdes soudées entre elles.

Croît sur la terre argileuse ou limoneuse au bord des ruisseaux des prairies.

Nous devons cette espèce à notre ami le vicomte de Guernisac, qui l'a découverte aux environs de Morlaix ; nous l'avons retrouvée près de Brest.

Dédiée à M. Eugène de Crec'hquérault, habile botaniste des environs de Morlaix.

Ascobolus cinereus Cr. Sp. nov.

Fig. D. — 17, 18, 19, 20.

Petit, de 2 à 4 millimètres de diamètre, gris cendré, sessile, glabre, hémisphérique, quelquefois de forme irrégulière; hymé-

nium plan, un peu convexe, d'un gris foncé à la maturité; thèques grandes, claviformes, longuement atténuées à leur base, renfermant huit spores subcylindriques, incolores; paraphyses hyalines, simples, filiformes; réceptacle gris verdâtre pâle, formé par un tissu cellulaire filamenteux très serré, anastomosé, et de cellules rondes ou ovoïdes occupant la partie inférieure.

Croît sur les bouses de vache anciennes dans les marais. Brest. Automne. Très rare.

Obs. — Cette espèce se distingue de l'*Ascobolus furfuraceus* Pers. : 1° par l'absence de squames furfuracées à l'extérieur du réceptacle; 2° par sa couleur; 3° par ses spores blanches, tandis que dans l'*A. furfuraceus* elles sont d'un beau violet (aucun auteur, que nous sachions, n'a signalé dans celui-ci cette coloration des spores; on les a toujours décrites comme étant noires); 4° par ses paraphyses et ses thèques qui se séparent avec facilité les unes des autres, tandis que dans l'*A. furfuraceus* elles sont immergées au milieu d'une substance semi-gélatineuse qui les relie et empêche même au compresseur de les isoler; la forme des thèques est aussi différente.

Ascobolus sexdecimsporus Cr. Sp. nov.

Fig. E. — 21, 22, 23, 24, 25, 26.

De 1 à 2 millimètres de diamètre, d'abord blanc, puis gris blanchâtre, enfin d'un blanc jaune très clair, sessile, hémisphérique; hyménium plan ou légèrement convexe; thèques petites, larges, renfermant seize spores ovoïdes, hyalines; paraphyses nombreuses, incolores, simples ou rameuses à la partie inférieure, droites ou incurvées en forme de crosse à leur sommet, où elles sont peu épaissies; réceptacle non gélatineux formé par des cellules hexagonales très petites.

Croît sur les crottins du cheval et les bouses de vache dans les marais. Brest. Printemps. Rare.

Ascobolus granuliformis Cr. Sp. nov.

Fig. F. — 27, 28, 29, 30, 31.

De 1 à 2 millimètres de diamètre, sessile, sphérique, couleur

d'ocre jaune pâle, translucide, opaque au centre, glabre ; thèques très petites, larges, renfermant huit spores ovoïdes, hyalines ; paraphyses incolores, épaissies en massue à leur sommet ; réceptacle formé par un tissu filamenteux, anastomosé réticulé, d'une grande ténuité.

Croît, en grand nombre, sur les bouses de vache, qu'il couvre quelquefois entièrement. Brest. Printemps.

Ascobolus pulcherrimus Cr. Sp. nov.

Fig. G. — 32, 33, 34, 35, 36, 37.

De 2 millimètres de diamètre, d'un jaune orangé vif, subcylindrique, quelquefois subhémisphérique, sessile, concave, s'amincissant vers ses bords en une sorte de collerette redressée qui entoure l'hyménium et le dépasse, muni, à l'extérieur, de poils droits, articulés, nombreux, d'un brun pâle ; hyménium plan ; thèques grandes, un peu incurvées à leur base, renfermant huit spores ovoïdes, incolores ; paraphyses épaissies à leur sommet, colorées en jaune par de petits granules distantés qui les font paraître comme articulées ; réceptacle formé par des cellules hexagonales ; on observe à sa base des filaments byssoïdes très fins et rayonnants.

Croît par peuplades sur les bouses de vache anciennes. Brest. Été. Rare.

Ascobolus insignis Cr. Sp. nov.

Fig. H. — 38, 39, 40, 41, 42, 43.

De 2 à 4 millimètres de diamètre, d'un jaune orangé vif, sessile, subsphérique, un peu urcéolé à l'état jeune, puis hémisphérique ; marge de l'hyménium d'abord peu sentie, ensuite très prononcée, en forme de collerette redressée ou étalée, peu colorée ; hyménium plan ; thèques grandes, cylindriques, renfermant huit spores ovoïdes, d'abord hyalines, puis colorées en vert glauque ; paraphyses rameuses colorées, peu épaissies à leur sommet ; réceptacle presque glabre, pourvu extérieurement vers la marge de deux

rangs de poils bruns, roides, articulés; ce réceptacle est formé par des cellules hexagonales, larges, hyalines.

Obs. — Nous avons récolté souvent cette espèce au milieu de l'hiver, et, malgré un abaissement de température de 2 degrés au-dessous de zéro, elle ne paraissait pas souffrir.

Ascobolus miniatus Cr. Sp. nov.

Fig. I. — 44, 45, 46, 47.

De 5 à 10 millimètres de diamètre, d'une couleur minium, sessile, charnu, glabre, d'abord urcéolé, puis hémisphérique; hyménium plane, entouré par une collerette membraneuse, blanche, molle, plus ou moins incisée; thèques larges, droites ou incurvées, renfermant huit spores rondes, ayant chacune une grosse sporidiole au centre, et celle-ci entourée par un cercle de plus petites; paraphyses filamenteuses, simples ou bifurquées, épaissies à leur sommet et beaucoup plus longues que les thèques; réceptacle formé par des cellules arrondies ou ovoïdes, très petites, serrées entre elles, entremêlées à des filaments hyalins, articulés, comme soudés et anastomosés entre eux.

Croît sur la terre parmi les petites mousses. Brest. Automne. Peu commun.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 13.

A. — Ascobolus albidus Cr.

1. Grandeur naturelle.
2. Grossi à la loupe.
3. Thèques et paraphyses grossies 120.
4. Spores sorties des thèques.
5. Spore grossie 340 fois.
6. Tissu cellulaire grossi 340 fois.

B. — Ascobolus Kerverni Cr.

7. Grandeur naturelle.
8. Grossi à la loupe.
9. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
10. Thèques et paraphyses grossies 340 fois.
11. Spores avec leur enveloppe commune grossies 340 fois.

C. — Ascobolus Crec'hqueraultii Cr.

12. Grandeur naturelle.
13. Grossi à la loupe.
14. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
15. Thèques et spores grossies 340 fois.
16. Tissu grossi 120 fois.

D. — Ascobolus cinereus Cr.

17. Grandeur naturelle.
18. Grossi à la loupe.
19. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
20. Thèques et spores grossies 340 fois.

E. — Ascobolus sexdecimsporus Cr.

21. Grandeur naturelle.
22. Grossi à la loupe.
23. Très grossi.
24. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
25. Thèques et paraphyses grossies 340 fois.
26. Tissu cellulaire grossi 340 fois.

F. — Ascobolus granuliformis Cr.

27. Grandeur naturelle.
28. Grossi à la loupe.
29. Très grossi.
30. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
31. Thèques et paraphyses grossies 340 fois.

G. — Ascobolus pulcherrimus Cr.

32. Grandeur naturelle.
33. Grossi à la loupe.
34. Très grossi.

35. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
36. Thèques et spores grossies 340 fois.
37. Tissu cellulaire grossi 120 fois.

H. — Ascobolus insignis Cr.

38. Grandeur naturelle.
39. Grossi à la loupe.
40. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
41. Spore grossie 340 fois.
42. Tissu cellulaire grossi 120 fois.
43. Poil grossi 120 fois.

I. — Ascobolus miniatus Cr.

44. Grandeur naturelle.
45. Grossi à la loupe.
46. Thèques et paraphyses grossies 120 fois.
47. Thèque et spores grossies 340 fois.

DE L'EXISTENCE D'UNE FÉCULE AMORPHE

DANS

UN CHAMPIGNON DU GROUPE DES TUBÉRACÉS,

Par M. Frédéric CURREY.

[*Proceedings of the Royal Soc. of London.*, t. IX, pp. 119-123, 28 janvier 1858 (1).]

La fécule amorphe, celle qui ne revêt pas la forme globuleuse ordinaire aux granules d'amidon, est une chose rare dans les tissus végétaux. M. Schleiden est le seul botaniste, que je sache, qui jusqu'à présent en ait fait mention ; encore l'exactitude de ses observations sur ce sujet a-t-elle été mise en doute par MM. Sanio, Caspary et Schenk. Le célèbre professeur d'Iéna dit avoir vu de la fécule amorphe dans les cellules périspermiques du *Cardamomum minus*, et les utricules du parenchyme des rhizomes tant de la Salsepareille que du *Carex arenaria* ; elle y était, semblait-il, à l'état de colle ou d'empois, et y formait de minces couches enveloppant çà et là des grains bien définis d'amidon. (Voy. Schleiden, *Grundz. der wiss. Bot.*, 3ᵉ édit., t. I, p. 181.)

M. Sanio, qui a récemment publié le résultat de ses recherches sur l'épiderme du *Gagea lutea*, rapporte qu'une solution d'iode détermine dans les éléments utriculaires de ce tissu un léger précipité bleu et floconneux, mais que la couleur bleue affecte seulement le contenu liquide des cellules, dont l'utricule primordial et le nucléus ne prennent qu'une teinte jaune. (Voy. la *Bot. Zeit.* de Berlin, t. XV [1857], p. 422.)

De son côté, M. le docteur Schenk a signalé la présence de la fécule, à l'état de solution, dans les cellules épidermiques de la tige, des feuilles et de quelques autres parties des *Ornithogalum*

(1) Ce mémoire est accompagné de quelques figures (gravées sur bois) que nous regrettons de ne pas reproduire, mais qui ne sont pas indispensables à l'intelligence du texte. (RÉDACT.)

nutans et *lanceolatum*. Ces cellules contiennent, dit-il, outre leur nucléus, un liquide épais et homogène, que la teinture d'iode colore d'abord en rouge vineux, puis en violet, et finalement en bleu indigo ; en même temps ce liquide perd son apparence homogène, et devient floconneux et finement granuleux. (Voy. la *Bot. Zeit.*, volume déjà cité, p. 498.)

Il ne s'agit, on le voit, dans toutes ces observations, que de végétaux phanérogames. Les Champignons ont passé jusqu'ici pour être entièrement privés de fécule ; du moins pouvait-on regarder comme un fait exceptionnel ce que dit M. Schacht (*Die Pflanzenzelle*, p. 39) d'un Champignon filamenteux, dont le *mycelium* se colorait en bleu pâle dans l'eau iodée. Cet habile observateur n'a pu toutefois s'assurer si cette coloration appartenait à la membrane constitutive des filaments du Champignon ou à leur contenu ; dans le cas où elle aurait affecté la membrane elle-même, on pourrait admettre avec autant de probabilité qu'elle était due, soit à de la cellulose à l'état jeune, soit à de la fécule.

M. Will. Nylander parle, dans les *Annales des sciences naturelles* (4e sér., vol. III, p. 148, en note), d'une coloration bleue qui serait communiquée par l'iode à l'extrémité supérieure des thèques de certaines Sphéries, et il attribue ce phénomène à la présence d'une matière analogue à la lichénine. M. Gerhardt dit cependant, en son *Traité de chimie organique*, qu'une dissolution de lichénine pure est colorée en jaunâtre par l'iode.

On n'aperçoit pas facilement pourquoi les auteurs qui ont parlé de la fécule amorphe ne font aucune mention des Lichens. Outre que la membrane des thèques, dans ces plantes, se colore en beau bleu sous l'action de l'iode, on sait très bien que ces mêmes organes et les paraphyses sont plongés dans une sorte de mucilage concret que l'eau iodée colore en bleu exactement comme l'amidon le mieux caractérisé, et qui ne saurait guère être autre chose que de la fécule à l'état amorphe. M. Schacht qualifie à la vérité cette substance de *fécule gonflée* (*aufgequollene Stærke*) ; mais cette dénomination, qui conviendrait mieux encore à l'amidon soumis à l'action de l'eau chaude ou de l'acide sulfurique, paraît s'accorder difficilement avec la description précédemment don-

née par M. Schacht de la matière en question qu'il traite de masse pâteuse et sans forme précise. (Voy. Schacht, ***Die Pflanzenzelle***, pp. 148 et 149.)

M. H. de Mohl dit, en son ***Traité de la cellule végétale***, que la fécule existe probablement dans toutes les plantes, à l'exception des Champignons. Un intérêt particulier s'attacherait donc à un végétal de ce dernier groupe qui présenterait de la fécule dans son tissu; or je crois en avoir rencontré un qui est vraiment dans ce cas. Ce Champignon, d'une composition chimique si digne d'attention, peut, en outre, être considéré comme un type générique nouveau dans la famille des Tubéracés; il croissait au printemps dernier sur des fragments ligneux épars sur le sable des bords de la mer à Sketty, près Swansea, dans le comté de Glamorgan. A l'œil nu, chaque individu de ce Champignon présentait l'aspect d'un petit corps arrondi, un peu comprimé, coloré en jaune pâle, et dont la surface était rendue inégale par de nombreuses circonvolutions qui n'étaient bien distinctement reconnues qu'avec l'aide d'une loupe. Le diamètre des plus volumineux échantillons n'excédait guère 1/8e de pouce (soit 3^{mm},175).

Cette plante offrait une grande ressemblance extérieure avec le ***Dacryomyces deliquescens***; mais elle rappelait peut-être encore plus exactement l'***Hydnobolites cerebriformis*** décrit par MM. Tulasne dans leurs ***Fungi Hypogæi*** (p. 126, planches IV et XIV). Ces analogies se bornaient toutefois à la simple apparence, et ne furent point confirmées par l'examen microscopique.

L'écorce du Champignon, si je puis ainsi parler, est faite d'une membrane sinueuse assez épaisse, et qui offre plusieurs couches d'utricules, les uns larges et arrondis, les autres, plus intérieurs, allongés et étroits. Sous cette enveloppe, on ne trouve le plus souvent qu'une quantité innombrable de spores nues, et il faut une grande attention pour reconnaître çà et là quelques thèques isolées remplies de spores. Cependant l'étude des plus jeunes Champignons fait voir des sporanges très nombreux, et prouve manifestement que la plantule en question doit être rangée parmi les Ascomycètes, et non parmi les Gastéromycètes. Il n'y a donc pas de doute que les thèques ont été détruites ou résorbées, peut-être

depuis longtemps déjà, quand les spores accumulées semblent former une masse compacte et homogène.

Il est très difficile, eu égard à la densité du Champignon, de reconnaître l'origine et la genèse des sporanges ; je me suis convaincu cependant qu'ils naissent tous isolément des filaments qui procèdent de l'enveloppe ou couche corticale. Ces sporanges sont largement claviformes ou ovales, très brièvement pédicellés, et fréquemment, sinon toujours, terminés en manière de pointe.

Les spores sont des corps fort singuliers ; elles sont sphériques, incolores, et ornées sur toute leur surface de cils très fins qui rayonnent dans tous les sens. Chacune renferme un nucléus, quelquefois excentrique, et qui n'est, ce semble, qu'une goutte d'huile, variable dans son volume, ou plusieurs gouttelettes réunies. Le diamètre moyen de ces spores égale environ un deux-millième de pouce (0mm,0127).

Si l'on place dans l'eau iodée une mince tranche du Champignon, ses spores prennent en quelques secondes une teinte bleue ou purpurine plus ou moins foncée, exactement comme le feraient des grains d'amidon ; et non-seulement ces corps sont ainsi affectés par l'agent chimique, mais il en est de même du mucilage hyalin qui les enveloppe, et qui revêt aussi dans cette circonstance une couleur d'un bleu intense. Ce mucus résulte-t-il de la dissolution des thèques, ou est-il le produit d'une sécrétion particulière? C'est ce que je ne puis décider; mais on ne saurait en tout cas ne pas attribuer à sa présence la coloration bleue qui se manifeste autour des spores. On pourrait plutôt conserver quelques doutes légitimes sur sa constitution chimique, et sur la nature amylacée que je lui suppose ; s'il n'était formé que de dextrine, il différerait néanmoins de cette matière par sa coloration en bleu dans la teinture d'iode. La couleur bleue des spores plongées dans l'iode ne s'étend pas à leur *nucleus*, qui se teint en jaune.

Bien que se comportant avec l'iode comme des grains de fécule, les spores, vues à la lumière polarisée, ne donnent lieu à aucun phénomène de lignes croisées. Quant à l'action, sur le plan de polarisation, du mucilage qui les enveloppe, il n'a pas été permis de songer à la constater, l'exiguïté du Champignon excluant toute

possibilité de se procurer de ce mucilage une quantité suffisante.

Les spores ne sont pas sensiblement altérées par l'eau bouillante, ni par une immersion prolongée dans l'acide sulfurique, en quoi elles diffèrent notablement des grains de fécule. Toutefois, de la même manière que ceux-ci, elles perdent par la chaleur ou l'action de l'alcool la teinte bleue que l'iode leur communique.

J'ai imposé au curieux Champignon dont je viens de parler le nom d'*Amylocarpus encephaloides*, lequel se trouve suffisamment justifié par tout ce qui s'est offert à mon examen. Sa place dans la grande classe de végétaux à laquelle il appartient est certainement parmi les Tubéracés; mais il n'y a pas d'alliés très proches. L'*Endogone* est le seul gastéromycète qui lui ressemble un peu par son organisation intérieure, mais on ignore si les vésicules que contient ce petit Champignon sont des spores ou des thèques. S'il était prouvé que ce sont des thèques, l'affinité de l'*Amylocarpus* avec l'*Endogone* serait très étroite.

Je dois dire en finissant que, depuis mes premières observations sur l'*Amylocarpus*, j'ai pris connaissance d'un cahier récent des *Annales des sciences naturelles*, dans lequel M. Tulasne annonce que, chez plusieurs espèces d'*Erysiphe*, la partie supérieure des appendicules se colore en bleu dans l'eau iodée, et que la même chose a lieu non-seulement pour la matière contenue dans le sommet des thèques de divers *Sphæria*, mais encore pour l'enveloppe mucilagineuse de leurs spores (voy. les *Ann. des sc. nat.*, sér. 4e, t. VI [1856], p. 318). On ne saurait donc plus compter parmi les caractères distinctifs des Champignons l'absence de la fécule dans leurs tissus, puisqu'il est désormais suffisamment prouvé que cette substance s'y rencontre quelquefois, au moins à l'état amorphe.

DES

FORMATIONS VÉSICULAIRES

DANS LES CELLULES VÉGÉTALES,

Par M. Aug. TRÉCUL.

VI. — De la vésicule amylacée.

La vésicule amylacée est méconnue de la plupart des anatomistes, qui la considèrent comme un grain solide, formé d'une substance stratifiée concentriquement. Et cependant elle a des propriétés caractéristiques qui la rapprochent au plus haut point de la cellule proprement dite. Précisément à cause de cette affinité de la vésicule amylacée avec l'utricule, non-seulement par son mode de végétation, son accroissement et sa multiplication, mais aussi par sa composition chimique, puisque la substance qui les constitue a exactement la même formule, il devenait important de faire l'examen comparatif des propriétés chimiques de la cellulose et de l'amidon avant d'aborder l'histoire de la vésicule amylacée en particulier. Cet examen m'a conduit à admettre que les membranes végétales dites de céllulose et le grain d'amidon sont composés d'un même principe immédiat à divers états d'agrégation, dont je vais essayer de tracer les principaux caractères dans le chapitre suivant.

Des divers états de la substance amylacée.

Fourcroy (*Système des connaissances chimiques*, t. IV, an IX), est le premier qui ait signalé la similitude qui existe entre les propriétés

chimiques de la fécule amylacée et le papier, qui n'est lui-même, dit-il, qu'une espèce de fécule provenant de la portion de liber encore muqueux et succulent, avec lequel on a fabriqué la toile..... Cette matière compacte (le papier) se comporte, à l'analyse chimique, absolument comme la fécule. Il dit aussi que l'amidon (et la substance du papier) se distingue des gommes en ce qu'il ne donne pas d'acide muqueux (mucique) par l'acide nitrique, mais qu'il se transforme entièrement en acide malique et en acide oxalique. Il a reconnu que la fécule est très voisine du sucre et qu'elle se change même en cette substance sous l'influence de la fermentation, pendant la germination, la maturation des fruits, par l'action de la chaleur et celle des acides puissants. Il savait que l'amidon s'enflamme et détone fortement par la seule pression ou par la percussion avec le muriate suroxygéné de potasse. Après avoir énuméré les parties des plantes qui, selon lui, renferment de la fécule, il ajoute : « Enfin il y a quelques espèces de végétaux dont tout l'ensemble, toutes les parties semblent être tissues de matière féculente, ou en contenir en si grande abondance, qu'ils servent tout entiers à former de véritables farines. Tel paraît être spécialement le genre Lichen, parmi lesquels on distingue le *Lichen islandicus* et le *Lichen rangiferinus*..... »

On voit par là que Fourcroy connaissait assez bien, à part quelques erreurs, les principales propriétés chimiques de l'amidon et du papier, et, chose singulière, qu'elles ont été oubliées depuis et découvertes de nouveau. Il est vrai que ce chimiste n'a pas donné d'analyse élémentaire. Ce sont Gay-Lussac, Thenard et Berzelius qui les premiers ont indiqué la composition de l'amidon et du ligneux.

Tel était l'état de la question quand MM. Gaultier de Claubry et Colin ont montré, en 1814, que l'amidon traité par l'iode passe par toutes les nuances du rose violacé à l'indigo foncé et même au noir, suivant la proportion du réactif employée. Depuis cette époque, les anatomistes, et à leur tête MM. Meyen, Schleiden, Payen et Mohl, ont fait un fréquent usage de cet agent chimique pour déceler l'amidon et pour étudier la constitution des membranes cellulaires. Meyen annonça, en 1837 (*Jahresbericht*, p. 67), à

l'occasion d'un mémoire de M. Payen sur l'amidon des Lichens, que cette substance n'existe nullement dans ces plantes à l'état globuleux, mais qu'elle en forme les membranes et le contenu des organes élémentaires. En 1838, M. Schleiden indiqua la même propriété de bleuir par l'iode dans les cellules des embryons des *Schotia latifolia* (1), *speciosa*, *Hymenæa Courbaril*, *Mucuna urens* et *Tamarindus indica;* ce qui le conduisit, de concert avec M. Vogel, à considérer la substance de ces cellules comme une espèce chimique nouvelle qu'ils ont nommée *amyloïde*. C'est aussi M. Schleiden qui, le premier, employa, comme réactif des membranes cellulaires, l'iode et l'acide sulfurique, ainsi que les alcalis caustiques, qui transforment, suivant lui, les membranes végétales en amidon. Toutefois les belles recherches de M. Payen ont contribué beaucoup à faire connaître la constitution de ces membranes. Cet habile chimiste montra que leur substance a la même composition dans des plantes et dans des organes très divers, et il l'appela *cellulose*.

En 1851, M. Kützing, dans ses *Grundzüge*, réunit dans un même groupe qu'il nomma groupe de l'*amyl* (ou de la dextrine) les matières qui prennent les teintes bleue, violette ou rouge améthyste sous l'influence de l'iode seul ou de l'iode et de l'acide sulfurique; mais il distingua soigneusement l'*amyl*, ou substance de l'amidon, de la *cellulose* ou *gelin* de quelques chimistes allemands, en réunissant cependant l'amyloïde à l'amyl ou amidon (2).

Enfin, M. Nägeli, qui vient de publier un travail volumineux sur *les grains d'amidon* (*Die Stärkekörner*), propose une nouvelle nomenclature pour désigner la substance de l'amidon et des membranes cellulaires. Mais avant d'indiquer les résultats de M. Nägeli, je dois rappeler que, dans son travail sur l'amidon, M. Payen avait annoncé non-seulement que les couches d'un grain

(1) *Note de l'auteur.* — M. Schleiden dit (Wiegmann's *Arch.*, 1838, t. I, p. 59) que l'embryon du *Schotia latifolia* coupé se dissout dans l'eau, à l'exception de l'épiderme, et que la dissolution est teinte en bleu par l'iode.

(2) *Note de l'auteur.* — Je ferai remarquer que le mot *amyl* ne saurait être conservé sans inconvénient, parce qu'il y a en chimie organique un radical appelé *amyle*.

sont de moins en moins denses de la circonférence au centre, mais que chacune de ces couches en particulier n'est point homogène et présente les mêmes phénomènes que l'ensemble du grain. Il est même parvenu, dit-il, à l'aide de la solution de chlorure de chaux employée froide, à séparer de ces couches les parties les moins agrégées, de sorte que les plus petits grains n'acquéraient par l'iode qu'une teinte faiblement violette, rougeâtre ou fauve, ou même restaient à peu près incolores, bien qu'ils laissassent voir des couches concentriques.

J'ai renouvelé l'expérience de M. Payen avec le chlorure de chaux, et j'ai obtenu des grains d'amidon qui non-seulement avaient perdu la propriété de bleuir sous l'influence de l'iode, mais encore de prendre la plus légère teinte violette ou fauve; ils restaient tout à fait incolores après deux jours d'immersion dans une solution aqueuse d'iode, qui avait été renouvelée deux fois. L'addition de l'acide sulfurique leur faisait prendre la couleur indigo caractéristique de la cellulose. J'ai en ce moment sous les yeux de l'amidon de gingembre dont tous les grains laissent voir nettement leur stratification, et cependant ils ne bleuissent pas du tout par l'iode. Ajoute-t-on de l'acide sulfurique, ils se colorent en bleu avec beaucoup d'intensité en se gonflant comme à l'ordinaire.

Cette constitution de l'amidon a été constatée de nouveau en Allemagne à l'aide du ferment de la salive, qui montre aussi dans l'amidon deux composés : l'un qui bleuit par l'iode et l'autre qui n'acquiert cette propriété qu'après une transformation (1). Partant de là, M. Nägeli regarde comme très vraisemblable que les membranes cellulaires sont composées de deux substances, en sorte que l'on ne peut plus employer, suivant lui, le mot *cellulose* comme synonyme de *membrane cellulaire*.

En conséquence, il propose de nommer *granulose* la substance qui bleuit par l'iode seul, et qui serait la substance de l'amidon

(1) *Note de l'auteur.* — J'ai aussi vérifié l'action de la salive sur les grains d'amidon. Je décris plus loin le résultat de mes observations, en parlant de la structure des grains amylacés.

chimiquement pure, et d'appeler *cellulose* celle qui ne bleuit pas dans les mêmes circonstances. Des mélanges de ces deux composés avec toutes les gradations possibles dans leurs proportions constitueraient les hydrates de carbone organisés ou stratifiés, c'est-à-dire les grains d'amidon et les membranes utriculaires.

Bien que les proportions de la granulose et de la cellulose varient à l'infini, M. Nägeli croit cependant nécessaire de distinguer certains groupes, qui se détachent les uns des autres par des caractères chimiques. Il se fonde pour cela sur ce que les propriétés les plus importantes des hydrates de carbone stratifiés se montrent, d'une part, dans la réaction par l'iode, qui indique la proportion de granulose et de cellulose au milieu des dépôts de matières étrangères ; d'autre part, dans leur conduite envers les agents de gonflement ou de dissolution (l'eau, les acides et les alcalis) qui montrent leur état d'agrégation. Sous le premier rapport (la proportion de granulose et de cellulose indiquée par l'iode), M. Nägeli distingue trois degrés qu'il nomme *amyloïde*, *mésamylin* et *dysamylin*. Sous le second rapport (celui qui dénote l'état d'agrégation), il distingue de même trois degrés qu'il désigne par *gelin*, *médullin* et *lignin*.

Voici, aussi brièvement que possible, les caractères que l'auteur attribue à chacun des degrés de ces mélanges de granulose ou amidon pur et de cellulose.

1° L'*amyloïde* se teint immédiatement en bleu ou en violet par une solution d'iode.

2° Le *mésamylin* n'est jamais coloré en bleu ou en violet par l'iode, à moins que celui-ci ne soit dissous dans l'iodure de zinc, le chlorure de zinc ou un chlorure alcalin, ou lorsque l'on ajoute de l'acide sulfurique.

3° Le *dysamylin* ne donne la couleur bleue ou violette par l'iode qu'après avoir été traité préalablement par l'acide nitrique ou un alcali caustique.

J'ai dit plus haut que par ces trois mots M. Nägeli indique, non des substances bien définies, mais seulement des mélanges des deux principes *granulose* et *cellulose* dans des proportions différentes, et que, d'ailleurs, ces noms ne représentent que certains

degrés de ces mélanges, qui varient à l'infini. Cette nomenclature me paraît d'autant moins utile que la complication s'accroît encore dans le second groupe dans lequel l'auteur indique seulement trois degrés par les désignations de *gelin*, *médullin* et *lignin*. En effet, chacun de ces noms ne représente pas de simples mélanges de granulose et de cellulose comme l'amyloïde, le mésamylin et le dysamylin, mais désigne des mélanges de ces mélanges primitifs; ou bien le même nom ne représente pas toujours la même matière de la série précédente : ainsi, le *gelin*, par exemple, n'est pas composé simplement d'*amyloïde*, mais il peut l'être aussi de *mésamylin* et de *dysamylin*. Le *médullin* serait du *mésamylin* et du *dysamylin*, rarement de l'*amyloïde*. Le *lignin* serait le plus souvent du *dysamylin*, plus rarement du *mésamylin*.

Le *gelin*, à l'état sec, est corné ou cartilagineux; il se gonfle dans l'eau froide en une masse molle, gélatineuse ou muqueuse; il s'étend davantage encore dans l'eau bouillante et s'y dissout même lentement par une action prolongée.

Le *médullin* sec (comme tissu) est peu dur; il s'amollit dans l'eau froide et dans l'eau bouillante sans se gonfler sensiblement; il se gonfle peu dans les acides affaiblis, et est facilement dissous par l'acide sulfurique concentré à la température ordinaire, et par cet acide affaibli à la chaleur de l'ébullition.

Le *lignin* est dur, même à l'état humide; il ne change pas sous l'influence de l'acide sulfurique affaibli, et ne se dissout pas du tout ou seulement difficilement dans l'acide sulfurique concentré. Le lignin insoluble n'est détruit par l'acide sulfurique qu'après le traitement par l'acide nitrique ou par les alcalis caustiques.

Cette classification de M. Nägeli a l'avantage de résumer en quelque sorte les principales propriétés des membranes végétales; mais je crois que les noms sont superflus, parce que, employés dans les descriptions, ils tendraient à faire considérer chaque groupe comme formé d'un principe particulier.

Voici où en est le problème de la constitution chimique des membranes cellulosiques des plantes. On peut se demander maintenant si l'on doit admettre trois, quatre ou plusieurs espèces chimiques isomériques, ayant la propriété de bleuir par l'iode seul

ou par l'iode et l'acide sulfurique, savoir : l'*amidon*, l'*amyloïde*, la *lichénine*, et la *cellulose* ou *gelin*, ou bien si l'on doit reconnaître deux espèces seulement, la *granulose* ou *amidon* et la *cellulose*.

Il me semble qu'il y a tout autant de raison à admettre un nombre indéfini d'espèces qu'à en reconnaître trois ou seulement deux. Je crois que l'amidon et la cellulose ne constituent réellement qu'un même principe immédiat à des états d'agrégation différents. Dans tous les cas, il est impossible de définir rigoureusement l'amidon, soit que l'on accepte deux espèces, soit trois ou davantage ; car on ne peut plus dire que l'amidon soit une substance granuleuse, blanche, contenue dans les cellules végétales, et qui bleuit aussitôt qu'on la met en contact avec l'iode. On ne le peut plus : 1° parce que l'amidon n'est pas toujours granuleux ; 2° parce que les membranes de certaines cellules bleuissent comme lui sous l'influence de l'iode ; elles donnent comme lui de la dextrine quand on les traite par l'acide sulfurique concentré, et de l'acide oxalique quand on prolonge leur ébullition dans l'acide nitrique ; 3° parce que de l'amidon est sécrété par les animaux, et en particulier par certains insectes, aussi bien que par les plantes.

Examinons d'abord la première proposition : « L'amidon n'est pas toujours granuleux. » C'est M. Schleiden qui le premier a annoncé ce fait, en disant qu'il a trouvé une sorte d'empois dans les cellules de l'albumen du *Cardamomum minus*, ainsi que dans celles de la racine de Salsepareille de la Jamaïque et du rhizome du *Carex arenaria*. En 1857, MM. Sanio et Schenk signalèrent de l'amidon en dissolution dans les cellules de l'épiderme du *Gagea lutea* et de divers *Ornithogalum*.

J'ai moi-même observé cet amidon dans les cellules épidermiques du fruit de l'*Ornithogalum pyrenaicum* jusque près de la maturité. Il est vrai que M. Schenk ne considère pas cette matière comme de l'amidon, mais comme un composé intermédiaire entre celui-ci et la cellulose. Il donne pour raison que cet amidon, bleui par l'iode, se décolore au contact de l'eau comme la cellulose bleuie par l'iode et l'acide sulfurique ; de sorte que, suivant lui, l'existence de l'amidon amorphe serait encore à démontrer. Ce ne serait là, à mon avis, qu'un caractère de plus en faveur de la

transition que je crois exister entre l'amidon et la cellulose. D'ailleurs, j'ai trouvé de l'amidon qui, à une certaine période de son développement, jouissait de cette propriété. L'amidon, par exemple, d'une racine d'Aristoloche malheureusement indéterminée, qui m'a fourni un autre cas de l'amidon amorphe bien plus instructif que les précédents, offre ce caractère. Cependant il est impossible d'en contester la nature amylacée, puisque cette racine montre cet amidon amorphe passant graduellement à l'état de grains volumineux. En effet, certaines cellules ne renferment qu'une couche d'aspect mucilagineux, qui devient d'un violet foncé ou même indigo par l'iode; chez d'autres cellules on voit s'élever de toute la surface de cette couche des éminences unies entre elles, qui deviennent hémisphériques en s'accroissant, qui s'isolent ensuite les unes des autres, puis deviennent globuleuses. Il n'y a plus alors dans les cellules que d'assez gros grains d'amidon.

L'amidon n'est donc pas toujours granuleux.

De plus, ai-je dit dans ma deuxième proposition: « Les membranes de certaines cellules bleuissent sous l'influence de l'iode seul, comme de l'amidon. » Les anatomistes penseront peut-être que je pourrais me dispenser de parler de ce phénomène qui leur est si familier, mais la discussion que j'ai été appelé à soutenir dans une autre enceinte doit leur prouver qu'il n'est pas aussi vulgarisé qu'ils pourraient le croire, parmi les chimistes surtout. D'un autre côté, outre qu'il n'est pas inutile de confirmer les assertions de Meyen et de Schleiden sur un point aussi important, par des observations faites sur des plantes autres que celles qu'ils ont signalées, j'insisterai sur la transition que je trouve entre l'amidon amorphe et les membranes de cellulose les plus réfractaires à la coloration par l'iode, ou, pour parler plus rigoureusement, entre l'amidon et la cellulose.

J'ai dit tout à l'heure que l'amidon amorphe que j'ai observé dans certaines cellules prend quelquefois la forme granuleuse. Or, ces granules sont des vésicules qui ont les principales propriétés des cellules, de même que les autres vésicules dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie dans les séances précédentes. Puisque ces vésicules amylacées peuvent être assimilées aux cellules pour

la structure de leurs parois, pour leur accroissement et pour leur multiplication, etc., il n'est pas rationnel de distinguer par un nom particulier (amyloïde) la substance des cellules qui bleuissent fortement comme de l'amidon, ou qui deviennen tviolettes aussitôt qu'elles sont en présence de l'iode. D'ailleurs cette propriété de bleuir s'observe à tous les degrés dans les plantes. J'ai obtenu la couleur bleue avec moins d'intensité que ne la donne le *Cetraria islandica* et certaines cellules de beaucoup d'autres Lichens, chez bon nombre de végétaux phanérogames, dans les cellules de l'épiderme et dans les couches sous-cuticulaires des *Ornithogalum pyrenaicum*, *narbonense*, *longibracteatum* et du *Scilla autumnalis*, chez lesquels déjà ce phénomène n'est plus constant. Je l'ai retrouvé dans les cellules de l'embryon du *Tamarindus indica*, du *Mucuna urens*, cités par M. Schleiden, mais à un plus faible degré encore. J'ai déterminé par l'iode l'apparition d'une teinte violette foncée ou seulement claire, mais toujours manifestė, dans les cellules de l'albumen des plantes suivantes, que je présente ici dans l'ordre de la plus grande à la moindre intensité de la teinte qu'elles m'ont offerte : *Iris pseudo-acorus*, *sibirica*, *fulva*, *fœtidissima*, *graminea*, *stænogyna*, *Pallasii*, etc., *Tulipa sylvestris*, *Danaida racemosa*, *Ornithogalum pyrenaicum*, *narbonense*, *longibracteatum*, etc., *Agraphis nutans*, *campanulata*, *patula*, *cernua*, *Moræa iridioides*, *Hyacinthus orientalis*, *Uropetalum serotinum*, *Gladiolus psittacinus*, *Muscari racemosum*, *comosum*, *Cypella plumbea*, *Libertia paniculata*, *Allium moschatum*, *baïcalense*, etc., *Bellevalia romana*, *Polygonatum latifolium*, etc., *Asparagus amarus*, etc., etc. Les cellules de l'embryon de l'*Hymenæa Courbaril* que je possède ne bleuissent pas par l'iode seul, ce qui paraît prouver que la substance bleuissante observée par M. Schleiden peut modifier ses propriétés en acquérant sans doute une cohésion plus forte. Enfin, l'application de la teinture d'iode sur les cellules de l'embryon *mûr* du *Mimusops Kummel* ne donne pas non plus immédiatement la couleur bleue ; mais pour l'obtenir, il m'a suffi de faire bouillir dans l'eau des tranches minces de l'embryon pendant quelques instants. Alors l'iode produit une teinte verdâtre qui passe graduellement au bleu sur toute l'éten-

due de la préparation. Si cette teinte ne se manifestait pas au contact immédiat de l'iode, on l'obtiendrait en battant un peu la préparation sur une lame de verre. Il sera toujours bon d'user de ce moyen dans toutes les occasions où la couleur bleue n'apparaîtrait pas tout de suite.

Chez la grande majorité des végétaux, au contraire, cette coction préalable dans l'eau n'est pas suffisante; on est obligé d'ajouter de l'acide sulfurique qui désagrége la substance des cellules en les gonflant. Dans ce cas même on trouve diverses gradations. Au premier âge des membranes cellulaires, elles ne bleuissent pas du tout; elles restent incolores tout en se gonflant, parce que la cellulose n'y est pas encore bien développée; mais, un peu plus tard, l'iode et l'acide sulfurique d'abord un peu dilué leur communiquent une belle teinte indigo plus ou moins foncée. Si l'acide était trop fort, il ferait passer au brun les membranes avant qu'elles aient donné la couleur bleue. Quand ces cellules sont plus âgées, de l'acide sulfurique plus concentré est nécessaire. Enfin quand les cellules sont plus injectées de matières étrangères, il faut les traiter par une solution d'alcali caustique. Là aussi on observe des différences; car il est nécessaire de prolonger plus ou moins la coction.

C'est pour avoir été souvent traité par la potasse dans l'opération du blanchissage que le vieux linge de chanvre et de coton (et probablement aussi celui de lin, que je n'ai pas eu à ma disposition) bleuit comme de l'amidon sous l'influence de l'iode seul.

Cette assertion a éprouvé une vive opposition de la part de plusieurs chimistes. Les objections qui ont été faites ont pour base l'opinion généralement admise que le vieux linge bleuit parce que de l'amidon y a été introduit par les lessives; et l'on considère comme une preuve à l'appui de cette manière de voir que le linge et le papier convenablement purifiés par des traitements alternatifs à l'aide des alcalis caustiques, des acides affaiblis, du chlore ou de l'hypochlorite de chaux, etc., ne bleuissent pas par l'iode.

Cette argumentation n'est que spécieuse, attendu qu'elle sup-

pose homogène la substance cellulosique des fibres textiles. Or, il n'en est point ainsi : les fibres libériennes du chanvre, du lin, le coton, etc., contiennent, outre la cellulose, des principes du groupe amylacé qui ne sont ni de la cellulose, ni de l'amidon proprement dits, mais qui représentent des états d'agrégation intermédiaires entre ceux de la cellulose et de l'amidon. Et comme le vieux linge n'a jamais été soumis au même traitement que la cellulose pure, ou que le papier à analyse des laboratoires, par exemple, il renferme encore, après un grand nombre de lessives, ces principes intermédiaires qui ont la propriété de bleuir par l'iode après avoir été traités par la potasse, ou, ce qui revient au même, après avoir subi un grand nombre de lessives.

Ce que j'avance ici au sujet de la non-homogénéité des fibres textiles ou des autres cellules n'a pas été signalé, que je sache, par les anatomistes, si ce n'est dans le dernier travail de M. Nägeli, et l'on peut voir déjà que nous n'envisageons pas le phénomène de la même manière. Les autres anatomistes pensent que les diverses couches qui composent les cellules ont pour base la cellulose seule, mais que cette cellulose est plus ou moins dense suivant l'âge, ou plus ou moins injectée de matières étrangères qui s'opposent à l'action des réactifs. Il y a, comme je viens de le dire, quelque chose de plus, il y a des substances bleuissantes qui ne sont ni de la cellulose, ni de l'amidon proprement dit, et cela deviendra plus évident tout à l'heure.

Non-seulement les couches apparentes qui constituent la paroi cellulaire, comparées entre elles, ne présentent pas la même densité, mais chacune d'elles est souvent formée de couches secondaires qu'elle a sécrétées par une végétation qui lui est propre, et qui doivent contribuer à son hétérogénéité. En effet, tous ces éléments cellulosiques de chaque couche ne sont pas identiques ; il y a dans chacune des éléments plus récemment assimilés qui n'ont point la même cohésion que les éléments anciens. Ces diverses couches, ou les principes diversement agrégés de chacune d'elles, se comportent d'une manière différente avec les réactifs. De ces principes, les uns sont plus facilement enlevés par l'action alternative des alcalis, des acides affaiblis, du chlorure de chaux, etc.,

tandis que les autres, comme la cellulose proprement dite, résistent davantage. C'est cette dernière seulement que les chimistes isolent par ce traitement ; ils détruisent les autres.

Pour démontrer l'existence de celles que l'on enlève par la purification de la cellulose, il suffit de traiter le chanvre, le lin et le coton neufs par de la potasse, après les avoir essayés par l'iode pour s'assurer qu'ils ne contiennent pas d'amidon. S'ils sont exempts de ce principe, on les fait bouillir dans une solution concentrée de l'alcali caustique, en prolongeant l'ébullition jusqu'à complète évaporation de l'eau ; alors on les essaye de nouveau par l'iode, après avoir lavé dans l'eau distillée pour enlever la potasse. La couleur bleue, selon toute probabilité, n'apparaîtra pas tout de suite, et c'est là une nouvelle preuve de l'absence de l'amidon. Pour obtenir la teinte caractéristique, il faudra battre un peu sur une lame de verre, avec un bâton de verre également, la fibre végétale humectée de teinture d'iode. La couleur ne tardera pas à se manifester. Si elle ne se montrait pas, ou si elle n'était que faible, on ajouterait un peu d'eau distillée à la potasse, et l'on continuerait la coction pendant quelques minutes. Il est évident que cette coloration ne sera pas due à de l'amidon, puisque, même après le traitement par l'alcali, la teinte bleue n'apparaît pas immédiatement. Elle n'est pas due non plus à une transformation de la cellulose en amidon, parce que cet amidon, aussitôt développé, donnerait son caractère distinctif au contact de l'iode, et il le conserverait ; tandis que nos fibres de chanvre, abandonnées à elles-mêmes pendant douze ou vingt-quatre heures, perdent la propriété de bleuir. Pour la leur rendre, il faut les faire bouillir de nouveau dans la potasse. Cette expérience prouve qu'il n'y a là qu'un simple phénomène de cohésion. La potasse n'a pas agi seulement comme agent purificateur, elle a aussi diminué la cohésion de la fibre végétale ; mais quand cette potasse a été enlevée par le lavage et la fibre abandonnée à elle-même, celle-ci s'est contractée, et a perdu la propriété de bleuir, qui lui revient toutefois après un autre traitement par l'alcali. Lorsque les fibres textiles, après avoir été traitées, ainsi que je viens de le dire, par une ébullition de dix ou quinze minutes, sont abandonnées en macération dans la solution con-

centrée de potasse pendant un temps plus ou moins long, ou lorsque l'ébullition dans la solution alcaline a été renouvelée un certain nombre de fois, comme cela a lieu par les lessives réitérées et prolongées du linge des ménages, la fibre libérienne perd la propriété de se contracter, et acquiert celle de se colorer en bleu au contact immédiat de l'iode.

Mon assertion demeure donc dans toute son intégrité, c'est-à-dire que « le vieux linge qui a subi de nombreuses lessives bleuit par l'iode comme de l'amidon, sans qu'aucune trace de celui-ci y ait été introduite accidentellement. » Mon opinion serait encore exacte, lors même qu'il serait démontré que les lessives apportent assez d'amidon dans le linge pour produire la coloration bleue, puisque la propriété de bleuir par l'iode après l'action de la potasse est inhérente à la nature des fibres textiles du chanvre, du lin, du coton, etc. D'un autre côté, la cellulose proprement dite pure, traitée par l'alcali caustique, ne se colore point en bleu sous l'influence de l'iode seul ; il faut le concours de l'acide sulfurique pour la désagréger. La coloration du vieux linge, des fibres textiles et des autres cellules végétales qui sont dans le même cas, doit donc être attribuée à des substances dont la cohésion est plus grande que celle de l'amidon et moindre que celle de la cellulose.

Maintenant si, comme le pense M. Nägeli, il n'y avait que deux espèces chimiques, la *granulose*, ou substance pure de l'amidon, et la *cellulose*, mélangées dans des proportions diverses, on devrait toujours obtenir la coloration bleue par l'emploi de l'iode seul, plus forte si la granulose était en plus grande proportion, plus faible si c'était la cellulose. Il ne pourrait y avoir d'obstacle peut-être à cette coloration que la présence des matières étrangères ; mais j'ai montré que la fibre du chanvre, etc., dont l'influence de ces matières étrangères a été écartée par la potasse et la cohésion diminuée, perd la propriété de bleuir après avoir été lavée et abandonnée à elle-même, propriété qu'elle reprend après une nouvelle action de la potasse. Cela ne pourrait évidemment avoir lieu, s'il existait de l'amidon proprement dit, ou granulose de M. Nägeli.

On voit donc, par ce qui précède, qu'il n'y a pas de limite bien tranchée entre l'amidon et la cellulose.

J'arrive enfin à ma troisième proposition : « De l'amidon proprement dit est sécrété par certains insectes. » Ce fait fut annoncé, en 1850, par M. Dobson à la Société royale de la terre de Van-Diemen. La substance se présente sous la forme d'une sorte de cocon qui, au lieu d'être tissé de soie, l'est d'amidon. La petite coque est à peu près hémisphérique, jaune ou blanche, suivant l'espèce de *Psylla* qui l'a sécrétée. Ces insectes la construisent à la face inférieure des feuilles d'*Eucalyptus*. La matière qui la compose est un peu sucrée, et sous la forme de filaments vermicelloïdes élégamment entrecroisés. La solution d'iode la bleuit avec tant d'intensité, qu'elle en paraît noire; mais l'examen microscopique y fait reconnaître une belle teinte bleue. J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie un cocon de la variété jaune qui me fut offert par M. le docteur Busk (1).

De tous ces faits, il me paraît résulter que l'amidon d'origine végétale ou animale, amorphe ou granuleux, que la lichénine, l'amyloïde et la cellulose ou gelin de quelques auteurs, ne forment réellement qu'une seule espèce chimique dont elles ne seraient tout au plus que des variétés. Peut-être serait-il convenable d'établir, à la place des espèces mal définies qui ont été proposées,

(1) *Note de l'auteur.* — Après cette observation, il n'est pas inutile de rappeler qu'en 1845 M. Schmidt, et en 1846 MM. Löwig et Kölliker, avaient démontré la présence de la cellulose dans les enveloppes des Tuniciers, et que, tout récemment, M. Péligot a prouvé que la cellulose existe aussi dans le tégument du Ver à soie. J'ai préparé aussi de cette cellulose du Ver à soie. Elle consiste en lames d'une grande ténuité, encroûtées d'une matière azotée qu'il est extrêmement difficile d'en détacher, et qui empêche d'obtenir directement la coloration bleue par l'iode et l'acide sulfurique. J'ai trouvé au-dessous du tégument une matière d'aspect floconneux sous le microscope, qui bleuit au contraire sans préparation aussitôt qu'on la met au contact de l'iode et de l'acide sulfurique. M. Péligot a isolé la cellulose du tégument par la solution ammoniaco-cuivrique ; mais ce procédé ne saurait montrer la forme sous laquelle elle se présente à l'état naturel. Pour observer cette forme, il faut faire bouillir le tégument dans l'ammoniaque et dans la potasse, qui mettent à nu quelquefois, bien rarement il est vrai, des portions des lamelles qui composent le tégument. J'ai cru remarquer que de tout ce tégument du Ver à soie la base des poils est la partie qui bleuit le plus tôt.

quelques variétés fondées sur les formes que la substance amylacée affecte dans la nature. On aurait ainsi : 1° l'*amidon amorphe*, végétal ou animal ; 2° l'*amidon granuleux* ou *vésicule amylacée* ; 3° l'*amidon cellulaire*.

Dans l'intervalle qui suivit la présentation de mon mémoire à l'Académie et son impression, de nombreux travaux ont déjà été publiés sur l'amidon et sur la cellulose par divers chimistes. Ces travaux ont eu pour base l'emploi exclusif d'une solution obtenue en faisant filtrer de l'ammoniaque à travers de la tournure de cuivre. La liqueur ainsi préparée a la propriété de dissoudre la cellulose de certaines cellules, et de ne pas dissoudre celle de certaines autres utricules. M. Fremy a appelé *paracellulose* la substance des cellules qui ne sont pas dissoutes par le réactif.

Je me permettrai de faire à cet égard une observation : c'est qu'il ne me semble pas très convenable de fonder des espèces sur un seul caractère, et surtout sur la dissolution d'une matière organique dans un liquide donné. L'albumine est un excellent exemple à l'appui de mon assertion. En effet, ce principe, à l'état normal, est soluble dans l'eau, tandis que l'albumine coagulée ne s'y dissout pas, et cependant les chimistes ne regardent pas ces deux états comme deux espèces distinctes. Une autre preuve de ce que je dis là m'est fournie par l'action même du liquide ammoniaco-cuivrique sur les fibres textiles que j'ai signalées plus haut. Étudiées à l'aide du nouveau réactif, ces fibres n'ont pas donné l'indication des deux substances que j'y ai reconnues : 1° celle qui bleuit après le traitement par la potasse, sans le concours de l'acide sulfurique ; 2° celle qui nécessite l'emploi de cet acide pour donner la couleur bleue. Ces deux substances sont donc ainsi confondues sous un même nom, *cellulose* (parce qu'elles se dissolvent dans le même véhicule) ; et cependant ces deux matières se distinguent par des caractères qui valent bien ceux que fournit la dissolution ou la non-dissolution dans un réactif particulier, surtout quand il s'agit de corps organisés qui ne sont certainement pas exempts de tout mélange, et qui peuvent présenter des états de cohésion ou d'agrégation divers, comparables à ceux des corps dimorphes. Distingue-t-on deux espèces de soufre, deux espèces d'oxygène,

dont les deux états présentent cependant des propriétés si différentes ? Ce sont là des considérations de plus en faveur de l'opinion que j'ai émise dans ce mémoire, et qui consiste à regarder ces diverses celluloses et les deux substances de l'amidon comme une seule espèce chimique à différents états d'agrégation.

Je prévoyais bien que les variétés ou sous-espèces que je propose d'instituer d'après la forme que les matières amylacées offrent dans la nature seraient difficilement admises. Les chimistes aiment à saisir dans le verre à expérience les caractères des corps qu'ils étudient. Si donc on voulait établir des sous-espèces, d'après les propriétés chimiques des substances amylacées, on pourrait appeler *granulose*, avec M. Nägeli, ou peut-être mieux *amylin*, la substance des grains d'amidon et des cellules elles-mêmes qui bleuit immédiatement au contact de l'iode ; *paramylin*, la substance des grains d'amidon qui ne bleuit pas au contact de l'iode, mais seulement quand on ajoute de l'acide sulfurique (elle ne peut être confondue avec la cellulose, qui ne produit point comme elle de l'empois) ; *cellulin*, la matière des cellules qui ne bleuit qu'après l'ébullition dans la potasse et sans le secours de l'acide sulfurique ; *cellulose*, celle qui ne bleuit que par l'iode aidé de l'acide sulfurique.

Je doute que l'on puisse conserver la *paracellulose* comme espèce, à cause des raisons que je viens de donner. Je pense aussi que les deux espèces établies tout récemment par M. Fremy (la *fibrose* ou substance, des fibres ligneuses, et la *vasculose*, ou substance des vaisseaux ligneux) ne seront considérées que comme des sous-espèces. Dans tous les cas, les caractères qui leur sont attribués ne conviennent pas à tous les organes que leurs noms représentent. Voici ces caractères : La vasculose se distinguerait des autres espèces par son insolubilité dans l'acide sulfurique. La fibrose serait caractérisée : 1° par son insolubilité dans la potasse concentrée et bouillante, qui dissout la vasculose et la paracellulose ; 2° par sa solubilité dans l'acide sulfurique concentré, qui ne dissout pas les vaisseaux ligneux ; 3° par son insolubilité dans le réactif cuivrique, qui dissout immédiatement la cellulose, et qui n'attaque les fibres ligneuses que lorsqu'elles ont

été modifiées par les agents chimiques. La fibrose se distingue encore de la cellulose en ce que, dissoute dans l'acide sulfurique concentré, elle en est précipitée sous la forme d'une gelée épaisse et transparente ; tandis que la cellulose, traitée par l'acide sulfurique concentré, se transforme en dextrine, que l'eau ne précipite plus.

Le travail de M. Fremy renferme des observations importantes ; mais les anatomistes se demanderont où s'arrête le caractère ligneux des vaisseaux : car il y a beaucoup de vaisseaux qui sont solubles dans l'acide sulfurique concentré ; il y a aussi des fibres ligneuses et des cellules qui ne se dissolvent pas dans le même acide ; il existe d'autres fibres qui ne s'y dissolvent qu'en partie, la membrane externe restant intacte ; chez certaines cellules, les couches médianes se dissolvent d'abord, la membrane interne et l'externe résistent plus longtemps, puis la membrane interne disparaît à son tour, et après elle la membrane externe. Ici comme dans les autres organes élémentaires, on trouve divers degrés de résistance à l'action des réactifs. Ce que le chimiste aurait de mieux à faire dans cette circonstance, ce serait de caractériser ses espèces ou ses sous-espèces chimiques sans les rapporter, par leur dénomination, à des organes déterminés.

Histoire de la vésicule amylacée.

L'*amidon* (ἄμυλον, *amylum*) fut ainsi nommé parce qu'il est préparé sans meules, sans moulin ; il fut appelé *fécule* beaucoup plus tard, du mot *fæx*, *fæces*, parce qu'il se précipite du suc des plantes avec les autres débris végétaux qui y sont suspendus ; et, pour le distinguer de ces débris, de la matière verte entre autres (*fæcula viridis*), on le nomma *fécule amylacée*, et enfin tout simplement *fécule*, par abréviation.

L'amidon était connu des anciens. Suivant Dioscoride, il était préparé par les Crétois et par les Égyptiens, principalement avec du blé de trois mois. On en faisait un fréquent usage en médecine et dans la vie ordinaire. Caton le Censeur (234-149 av. J.-C.)

en parle (*De re rustica*, LXXXVII). Il recommande de le faire cuire avec du lait.

D'après le témoignage de Pline (lib. XVIII, cap. 17), la découverte de l'amidon serait due aux habitants de Chios, et encore aujourd'hui, dit-il, le plus estimé vient de là. Galien mentionne ses usages (*De alimentorum facultatibus*, lib. I, cap. 8).

A l'époque de la renaissance, il est cité également par Otto Brunfels (*Herbarum vivæ eicones ad naturæ imitationes*, etc., 1532), par Lonicerus (*Kräuterbuch*, etc., Franckfort, 1582), et par Matthiole, en 1583, qui ne fait que répéter ce qu'en ont dit Pline et Galien.

Ant. Leeuwenhoek le premier entra dans la voie de l'observation. Dans sa 26e lettre physiologique, datée du 22 juin 1716 (*Opera*, Delphis, 1719, t. IV), nous trouvons, à la page 230, cette définition de l'amidon : « La matière renfermée dans le froment, l'orge, etc., que nous appelons farine, est composée de globules ronds et transparents, qui sont entourés par des membranes très ténues ou vésicules. » Il crut que ces vésicules ou cuticules avaient une commissure par laquelle elles s'ouvraient sous l'influence de l'eau et de la chaleur. Cette erreur dans laquelle il est tombé me paraît avoir eu deux causes : d'une part, la constitution des gros grains d'amidon dans les Graminées, qui sont ordinairement lenticulaires, plus ou moins déprimés, et qui, vus de côté, présentent souvent une cavité à peu près linéaire, s'étendant presque d'un côté à l'autre ; d'autre part, l'aspect des grains doubles qu'il a aperçus et figurés. Il en a même décrit de triples à la page 238. Après avoir chauffé quelques grains dans une goutte d'eau, il observa les couches concentriques qu'il dessina sans en bien comprendre la nature ; mais il dit en plusieurs endroits que c'est par le point central (que plus tard on a bien à tort appelé *hile*) que les sucs nutritifs arrivent au grain. Une de ses observations les plus intéressantes est celle qui résulte de l'examen de la fiente de pigeons qui avaient été nourris exclusivement avec des grains, et dans laquelle il trouva que les vésicules amylacées étaient vides de la substance intérieure.

Luke Howard (*Transact. of the Linnean Society*, 1800, t. VI,

p. 72) dit que l'amidon consiste en grains homogènes ou capsules de la forme des grains de pollen n° 3 (pollen du Réséda), capables de s'imbiber d'eau avec accroissement de volume et de transparence, et de retourner à leur premier état en perdant cette eau.

Fourcroy (*Système des connaissances chimiques*, an IX) avait des idées plus exactes sur les propriétés chimiques de l'amidon que sur ses caractères anatomiques; car il le dit formé de petits globules transparents, brillants, argentés, satinés dans leur masse, et imitant une sorte de matière cristalline.

Kurt Sprengel (*Anleitung zur Kenntniss der Gewächse*, Halle, 1802, p. 89) croit voir, dans les cellules des cotylédons des haricots en germination, des petites vésicules qui deviennent des cellules en grandissant. C'est là aussi l'opinion de Treviranus (*Vom inwendigen Bau der Gewächse*, Göttingen, 1806, p. 2).

H. F. Link (*Grundlehren der Anat. und Physiol. der Pflanzen*, Göttingen, 1807, p. 29 et suiv.) n'est pas de cet avis. Cette manière de naître des cellules ne lui paraît pas vraisemblable. Il désigne de préférence les corpuscules de l'amidon par le mot *grain*, et il ajoute (p. 34) que l'amidon qui, par ses propriétés, se rapproche beaucoup de la gomme, du mucus et du sucre, sert sans doute à la nutrition des plantes, et particulièrement des jeunes germes.

M. Raspail (*Développement de la fécule dans les organes de la fructification des céréales*, etc., *Ann. sc. nat.*, 1825, t. VI) considère chaque grain de fécule non comme une cristallisation, mais comme un organe susceptible de se colorer par l'iode en indigo ou en violet, et formé : 1° d'un tégument inattaquable par l'eau et par les acides à la température ordinaire, susceptible de se colorer par l'iode, et 2° d'une substance soluble à laquelle l'évaporation fait perdre la propriété de se colorer par l'iode, en volatilisant la substance qui jouit de cette propriété. Cette matière soluble aurait tous les caractères de la gomme.

M. Raspail croyait en outre que les stries concentriques que l'on aperçoit dans beaucoup de grains d'amidon étaient des plis de la membrane externe, et de plus, comme Sprengel et Treviranus, que les grains d'amidon devenaient, en grandissant, des cellules destinées à remplacer celles qui leur ont donné naissance.

C'était aussi là l'opinion de Turpin (*Acad. des sc.*, 1826; *Mém. du Muséum*, 1827, t. XIV), qui regardait les grains d'amidon comme de la *globuline* blanche, dont l'insertion est, dit-il, invariablement pariétale; ce qui veut dire (c'est lui qui parle ainsi) qu'elle émane toujours par extension des parois internes des vésicules mères. C'est sans doute cette insertion pariétale admise par Turpin qui a engagé M. Raspail à nommer *hile* le point d'attache, dont il est en général impossible d'apercevoir les traces, dit-il dans son *Nouveau système de chimie organique*, 1833, p. 40.

M. Caventou (*Recherches chimiques sur l'amidon et les diverses substances féculentes du commerce*, dans *Ann. de chim. et de phys.*, 1826, t. XXXI) cherche à prouver, contradictoirement à l'opinion de M. Raspail, que l'amidon est un principe pur et homogène.

M. Guibourt (*Ann. de chim. et de phys.*, 1829, t. XL) conclut de ses observations que les téguments et la substance soluble de l'amidon diffèrent plus par leur forme que par la nature chimique, et qu'ils constituent un principe immédiat des végétaux.

M. Chevreul (dans sa 28e *leçon de chimie appliquée à la teinture*, 1829) ne peut admettre, avec M. Raspail, que la partie soluble de l'amidon soit de la gomme, attendu qu'elle n'a pas la propriété de produire de l'acide mucique. Il appelle *amidine* la partie soluble, et *amidin* la partie insoluble.

MM. Biot et Persoz (*Nouv. Ann. du Muséum*, 1833, t. II), en traitant la fécule par l'acide sulfurique étendu et portant à l'ébullition, etc., ont obtenu la *dextrine* et déterminé ses propriétés. Comme leur produit retenait encore un peu d'amidon non transformé, et que, par conséquent, il devenait violacé sous l'influence de l'iode, ils ont pensé que la dextrine était la substance intérieure de l'amidon.

M. Biot, d'un autre côté, par le passage d'un rayon de lumière polarisée au travers d'un grain de fécule, reconnut dans ce grain une construction organique régulière et des couches d'inégale densité autour de son axe.

M. Guérin-Warry, dans une lettre adressée à l'Académie des

sciences, le 1er avril 1833, annonce que l'amidon tégumentaire a la même composition élémentaire que le ligneux. Ce qui s'oppose à ce qu'on les confonde, dit-il, c'est que le premier bleuit par l'iode, tandis que le second est dépourvu de cette propriété. Dans un mémoire du 30 juillet 1833 (*Ann. chim. et phys.*, t. LVI), le même auteur nomme *amidine*, la partie soluble à froid de l'amidon; *amidin tégumentaire*, la partie insoluble dans l'eau froide ou bouillante; et *amidin soluble*, la partie qui est tenue en dissolution par l'amidine, partie qui est identique avec l'amidin tégumentaire.

Dans une note adressée plus tard, MM. Payen et Persoz disent que la substance intérieure de l'amidon, extraite par la diastase, contient: 1° de la dextrine, 2° du sucre, 3° une substance analogue à l'inuline.

En 1834, M. J. Fritzsche (*Annalen der Physik und Chemie*, von Poggendorff, Leipzig, t. XXXII) émet une opinion nouvelle concernant l'origine du grain d'amidon. Il dit aux pages 131 et 132 : « Ainsi, la structure des grains d'amidon n'est nullement aussi simple que Raspail l'a décrite; car il résulte déjà des circonstances indiquées ci-dessus que chaque grain est composé d'autant de couches que l'on observe d'anneaux sur lui. On se demande, maintenant, comment ces couches ont été formées : si d'abord la plus externe existait comme une peau, et si les autres ont été formées par infiltration ; ou si le noyau est né le premier, et si ensuite les couches se sont déposées sur lui. Cette question se laisse décider *sans que l'on ait même besoin d'observer l'acte de formation des grains ;* la solution s'en trouve dans beaucoup de grains simples réunis ensemble, que l'on doit regarder comme des déviations de la règle, ou comme des monstruosités, et qui sont en faveur de l'opinion que tous les grains sont nés de dépôts successifs de couches extérieures sur les intérieures. Toutes les monstruosités s'accordent en cela que, ou plusieurs grains de même grosseur ont été formés, jusqu'à un certain point de leur développement, chacun de couches particulières, mais qu'ensuite ils ont été entourés deux à deux ou plusieurs ensemble par des couches communes; ou que, tandis qu'une couche nouvelle se dépose sur un grain déjà assez avancé,

un petit grain a été entouré avec lui, etc. » Cette théorie exerce encore aujourd'hui une très grande influence sur l'opinion de beaucoup de botanistes, et cela est d'autant plus surprenant, que M. Fritzsche avoue n'avoir pas étudié *l'acte de formation des grains.*

Meyen (*Pflanzen-Physiologie*, 1837), après avoir cherché à démontrer que les grains sont composés de couches concentriques, et que par conséquent les lignes courbes que l'on y aperçoit ne sont pas des rides, des plis existant dans la membrane superficielle, comme le pensait M. Raspail, décrit l'accroissement du grain comme l'a fait M. Fritzsche. Il croit donc que les grains sont formés par le dépôt successif de nouvelles couches à la surface externe de celles qui existaient les premières.

M. Payen (*Ann. sc. nat.*, 2e sér., 1838, t. X) s'exprime d'une manière tout à fait contraire relativement à l'apparition des couches. « Il résulte, dit-il, de l'ensemble des propriétés physiques et chimiques des grains d'amidon à différents âges, et des parties inégalement agrégées de chacun d'eux, que le principe immédiat dont ils se composent est d'abord sphéroïdal, comme tout corps fluide laissé à la propre attraction de ses parties intégrantes; il *absorbe* généralement par un seul point, quelquefois par deux, rarement par trois, *la substance amylacée.* Celle-ci s'accumule dans l'intérieur, presse contre les premières parties agrégées, les gonfle, puis est pressé à son tour par une nouvelle quantité de matière qui bientôt encore reçoit et transmet la pression d'un autre flot de la sécrétion. Ce gonflement successif produit les couches concentriques observées; il continue tant que les circonstances extérieures laissent une souplesse suffisante aux premières couches, qui enveloppent les autres. Lorsque le développement des grains amylacés est considérable, les premières couches formées, ayant perdu leur souplesse, ne cèdent à la pression interne des dernières parties sécrétées qu'en éprouvant des ruptures, et celles-ci partent généralement du hile, où les parois amincies opposent le moins de résistance. » M. Payen (page 408) pense que le *hile* est l'orifice du conduit par lequel l'accroissement s'est opéré par intussusception. Il a démontré que la composition chimique est la même

dans toute la masse du grain; que les zones concentriques ne diffèrent entre elles que par une cohésion augmentant du centre à la circonférence, et pour chacune d'elles de la paroi interne à la paroi externe (*Chim. indust.*, 1845, p. 455). Il résulte aussi de son travail que la dextrine est le produit d'une transformation de l'amidon sous l'influence de la chaleur et de divers réactifs mentionnés déjà précédemment.

Treviranus, qui ne connaissait pas le travail de M. Payen, discute (*Physiologie der Gewächse*, Bonn, 1838) les opinions de MM. Raspail et Fritzsche, et il paraît incliner vers celle de ce dernier savant, parce que les lignes concentriques du grain d'amidon enferment quelquefois plusieurs centres, dont chacun a ses couches particulières; ce qui donne la preuve, dit-il page 23, que les couches externes sont faites plus tard.

Sprengel (Mémoire de M. Quekett dans le *Pharmaceutical Journal of London*, 1843-1844, t. III) aurait eu l'occasion de voir les grains d'amidon en place dans le *Vallisneria Jacquiniana*, sans injurier la plante, et là il aurait observé que ces corps se multiplient précisément de la même manière que les champignons inférieurs, les spores des mousses et les grains du pollen, c'est-à-dire qu'une cellule donne naissance à une autre par pullulation ou division, ou bien qu'une cellule en développe trois ou quatre autres dans son intérieur. Il observa aussi ces trois modes de développement dans la chlorophylle; d'où il paraîtrait que la chlorophylle et l'amidon sembleraient de la nature des parasites ou entophytes, ou peut-être mieux comme des organismes gastriques subsidiaires, préparant les matières immédiatement appropriées pour leur nutrition.

G. Bischoff (*Formes remarquables des grains d'amidon dans la racine de la Salsepareille et dans celle de l'Hedychium Gardnerianum* Wall., *Bot. Zeit.*, 1844, 31 mai) décrit les grains géminés, ternés, quaternés, etc., aperçus déjà par Leeuwenhoek, Turpin et M. Biot, figurés par M. Payen, et qui ont donné lieu à la théorie de Sprengel. M. Bischoff les compare à une double spore, telle que l'on en voit dans les Lichens et les Champignons filamenteux. Il décrit chez l'*Hedychium Gardnerianum* des grains qui passent

de la forme de massue à toutes sortes de formes singulières qui ont souvent de la ressemblance avec un champignon à chapeau, et qui laissent reconnaître tout particulièrement et avec netteté une composition stratifiée ou en forme d'écailles, chez laquelle chaque anneau principal montre de nouveau un nombre plus ou moins grand de stries extrêmement fines, parallèles et courbes.

Il me paraît certain que ces formes singulières de l'amidon de l'*Hedychium*, décrites par M. Bischoff, sont dues à des accidents produits par la résorption.

M. Schleiden (*Grundzüge*, Leipzig, 1845, p. 176) n'a d'estime que pour le travail de Fritzsche ; aussi admet-il l'accroissement centrifuge de l'amidon, c'est-à-dire par le dépôt de couches nouvelles à l'extérieur des anciennes, déposées elles-mêmes autour d'un noyau central. Il classe l'amidon d'après deux états : l'amidon amorphe et l'amidon granuleux. L'amidon amorphe fut trouvé par lui dans trois plantes : dans le *Cardamomum minus*, la Salsepareille de la Jamaïque, et dans le rhizome du *Carex arenaria.*

Un travail très remarquable par les appréciations qu'il contient, est celui de M. Julius Münter (*Ueber das Amylum der Gloriosa superba*, etc., *Bot. Zeit.*, mars, 1845). L'auteur a vu dans cette plante des grains jumeaux, triples, etc., ressemblant à ceux qui avaient été décrits par Bischoff et autres ; il a remarqué aussi des grains polyédriques et des grains ayant des faces rectilignes et des faces courbes. De l'examen de ces différentes formes, et en particulier des formes hémisphériques chez lesquelles le noyau est placé près de la surface courbe ou externe, et non près du point de contact, comme cela devrait avoir lieu si les couches venaient de l'extérieur, il déduit très logiquement : 1° que les groupes ne peuvent être nés de la juxtaposition de deux grains primitivement séparés ; 2° que la superposition des couches ne peut arriver du dehors sur chacun de ces granules réunis, puisque les couches sont plus épaisses précisément du côté des surfaces de contact. Il fait remarquer que, bien que les cellules ne soient pas complétement remplies, des groupes se forment malgré cela. On ne saurait cependant les attribuer à la pression, attendu qu'aucun indice de

cette pression n'existe à leur surface. Ses observations relativement à la consistance des couches viennent confirmer celles de M. Payen, car il dit que les couches les plus voisines du centre sont les plus molles et les plus aqueuses, et moins consolidées que les externes. D'après ces diverses considérations, il admet que les couches centrales entourant le noyau sont les plus jeunes, les périphériques les plus vieilles. Pour ce qui est du mode de production des groupes, il pense qu'il n'est pas possible d'établir des observations directes à cet égard, que cependant nous devons accorder qu'un état de choses semblable à un mode de formation des cellules doit être accepté aussi pour les grains d'amidon; mais que ce mode de formation est un problème à étudier.

M. Karl Müller (*Quelques remarques sur la formation de l'amidon*, dans *Bot. Zeit.*, 12 déc. 1845) croit avoir trouvé la solution du problème de la naissance de l'amidon; car ayant reconnu que les cellules du *Chara critina* naissent dans le nucléus, et que plus tard, quand la multiplication utriculaire a cessé, l'amidon remplit le nucléus, tenant ainsi la place des cellules, l'auteur juge tout naturel de conclure que « les cellules elles-mêmes doivent s'être transformées en amidon». Un peu plus loin (page 834), M. Müller donne l'explication de cette conclusion; mais il dit d'abord : « Les cytoblastes sont ce qui se change en amidon, et cela s'accomplit seulement dans les cellules déjà parfaites. » Plus loin encore, il ajoute (page 836) : « Que maintenant dans l'intérieur du cytoblaste transformé en amidon un nouveau dépôt de cytoblastème puisse avoir lieu comme amidon dans la cavité du cytoblaste, est de même concevable. Cela me paraît comme si ce dépôt, chez le *Chara*, avait toujours lieu sous la forme de petits grains, sur quoi diverses observations sont à exécuter. »

M. Nägeli (*Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik*, von M. J. Schleiden und Nägeli, 1845, 1 Heft) annonce que, dans le *Caulerpa prolifera*, les globules d'amidon ne naissent pas immédiatement dans le contenu des utricules, mais dans de petites cellules de mucilage particulières, qui ne se colorent pas par l'iode, tandis que les granules contenus dans leur intérieur bleuissent. Ces cellules sont résorbées quand les granules d'amidon sont par-

faitement formés; ceux-ci restent alors séparés, s'ils l'étaient dans l'utricule, ou agrégés en groupes de trois ou plus, s'ils étaient pressés les uns contre les autres.

M. Unger (*Grundzüge der Anat. und Physiol.*, 1846, p. 31) est porté à croire, comme M. Fritzsche, que les couches extérieures sont déposées sur les intérieures, et il voit dans ce mode de formation l'explication de ces grains juxtaposés qui sont entourés de couches amylacées. Il considère aussi tous les grains composés comme des groupes de grains d'abord isolés.

M. Reissek (*Haidinger's Berichte über die Mittheil. der Naturwiss.*, in Vienn, 1846) admet, dans une note de quelques lignes, la nature cellulaire du grain d'amidon. Il fonde son opinion principalement sur ce que les grains de fécule, placés dans l'eau jusqu'à ce qu'ils tombent en putréfaction, perdent alors leur matière intérieure par dissolution et exosmose, de sorte que la membrane externe, qui seule résiste, se remplit d'eau, devient molle et flexible, et prend ainsi l'aspect d'un petit sac fermé de toutes parts qui représente une cellule distincte. M. Reissek conclut de là que le grain d'amidon est une cellule inachevée.

M. Quekett (*On the Developpement of Starch and Chlorophylle*, *Annals of Natural History*, 1re sér., 1846, t. XVIII) a pris pour point de départ les observations de M. Karl Müller, et il est arrivé à des résultats qui sont résumés en ces termes à la fin de l'extrait qui en a été publié au lieu indiqué : « Ainsi il paraît qu'il y a deux modes de formation de l'amidon en connexion avec le cytoblaste. Dans un cas, le cytoblaste devient une cellule munie d'un nucléus, et les grains naissent au pourtour externe; dans l'autre, il ne devient pas une cellule munie d'un nucléus, mais il donne naissance aux grains d'amidon dans son intérieur. »

En 1847, M. Nägeli (*Zeitschrift*, etc., Zürich, 1847) résume ainsi son opinion : « Les grains d'amidon sont des vésicules, et consistent, comme les autres vésicules, en une membrane et un contenu liquide. A l'intérieur de la membrane se déposent, comme dans les cellules lignifiées, des couches concentriques. La cavité de la vésicule (le prétendu noyau) est par là réduit à un très petit trou qui est toujours rempli d'un liquide. » Au reste, M. Nägeli a

constaté tous les caractères de structure et de consistance si bien étudiés par M. Payen. Quant à la naissance et à la multiplication des vésicules amylacées, il pense qu'il n'y a rien de connu. « On sait seulement, dit-il, qu'elles peuvent se former en partie librement dans la cellule et en partie à l'intérieur d'autres vésicules. » Il considère comme des groupements tout ce qui a été nommé improprement, suivant lui, *grain composé*.

L'opinion de M. Lindley (*Introduction to Botany*, London, 1848, t. I, p. 125) se résume en ces termes : « D'après cette supposition, la théorie de l'amidon serait que : 1° du mucus végétal est sécrété dans les cellules; 2° que des cytoblastes sont engendrés dans ce mucus; et 3° que les cytoblastes, sous l'influence du pouvoir plastique de la vie, ne deviennent pas des cellules ordinaires, mais changent leur nature physique et chimique jusqu'à ce qu'ils soient finalement transformés en grains d'amidon. »

M. Hugo Mohl (*Die vegetabilische Zelle*, 1850, p. 207) s'exprime ainsi dans la première remarque : « L'observation n'a encore rien appris sur le développement de l'amidon. — Que les grains sont petits et *ronds* au commencement est décidé, et la constitution stratifiée prouve que l'accroissement ne dépend pas d'une dilatation de tous les côtés du grain originel, mais d'un dépôt successif de lames se produisant les unes après les autres. Sur la progression de la série on ne sait rien (1). On peut, comme cela est arrivé à Payen et à Münter, de la circonstance que les couches internes sont les plus molles et les plus aqueuses, tirer la conclusion que la couche la plus interne est la plus jeune; on doit naturellement, lorsque l'on poursuit cette idée, accepter que toutes les vieilles couches se dilatent avec le dépôt de chacune de ces nouvelles couches, ou plutôt d'une nouvelle centrale, par l'accroissement du noyau se changeant en une couche ; on doit accepter aussi en même temps que plus elles sont vieilles, moins leur accroisse-

(1) *Note de l'auteur.* — Il me semble que M. Mohl se trompe ; car, si le grain ne se dilate pas de tous les côtés, il est impossible que le dépôt successif des couches qu'il signale ait lieu dans l'intérieur du grain ; il se ferait donc à l'extérieur. Nous verrons aussi plus tard que tous les grains ne sont pas ronds dans le principe.

ment est uniforme, de sorte que l'excentricité du centre organique s'accroît avec la dimension du grain. On peut cependant aussi, comme font Fritzsche et Schleiden, de la circonstance que les jeunes grains sont globuleux et que les couches les plus internes d'un grain bien formé possèdent de même une figure globuleuse, tandis que les couches externes montrent une épaisseur inégale sur leurs différents côtés, et que, bien plus, quelquefois deux grains d'amidon placés près l'un de l'autre sont enfermés par des couches externes communes, tirer la conclusion opposée que la couche la plus externe est la plus jeune. » Les objections de M. Hugo Mohl peuvent paraître de la plus rigoureuse exactitude à quiconque n'a vu que la structure de certains grains d'amidon tout formés; mais quand on a suivi le développement de certains autres grains dans toutes leurs phases, quand on s'est assuré que beaucoup peuvent se multiplier par division, quand on a observé toutes les phases de cette division, il n'est plus possible d'éprouver la moindre hésitation.

M. Busk (*Some Observations on the Structure of the Starch-granule*, in *Transactions of the Microscopical Society of London*, 2e sér., vol. Ier, p. 58 et suiv.) est porté à croire, de l'action de l'acide sulfurique sur diverses sortes d'amidon, que le grain est une vésicule qui a une ouverture correspondant au point central appellé *hie;* que la vésicule contient une matière floconneuse ou grumeuse, de l'amidon amorphe, qui est coloré par l'iode comme la vésicule elle-même. — Dans une note qui suit son travail, M. Busk cite des corpuscules amylacés qui existent dans la paroi de l'utricule primordiale de l'*Hydrodiction utriculatum*, et qui conduisent à l'opinion, dit-il, que l'amidon, dans ce cas au moins, etc., est déposé autour d'un noyau azoté.

M. Schacht (*Die Pflanzenzelle*, Berlin, 1852) dit, à la page 41, que l'amidon doit croître par la formation de nouvelles couches sur le côté externe de celles qui existent déjà; et il ajoute que les grains dans lesquels deux ou plusieurs granules ont été enveloppés par plusieurs couches communes en fournissent une preuve frappante. Il oppose cette preuve à l'opinion de M. Nägeli qui, comme MM. Payen et Münter, admet que la formation des couches est

centripète. M. Schacht conserve cette opinion en 1855 dans son *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse*, p. 58.

M. Crüger (*Contributions pour la connaissance de l'amidon*, dans *Bot. Zeit.*, 20 janv. 1854) a commencé ses recherches avec des idées préconçues, de même que M. Fritzsche, qui ne jugea pas nécessaire d'étudier le développement de l'amidon, le phénomène lui paraissant évident à la vue de ces grains composés qui ont l'aspect de deux ou plusieurs grains entourés par des couches concentriques communes. M. Crüger dit, en effet, à la page 44 : « Il était à prévoir que l'opinion de Schleiden, suivant laquelle les couches extérieures de l'amidon sont les plus jeunes, sont formées les dernières, devait répondre à la vérité, et cela se trouve ainsi. » Et plus loin : « Dans l'écrit de M. Mohl *Sur les propriétés anatomiques de la chlorophylle*, j'ai trouvé la notification sur laquelle je devais construire. » M. Mohl dit que de la chlorophylle et de l'amidon se présentent presque toujours ensemble, que de plus la chlorophylle apparaît avant l'amidon. C'est en effet à la matière verte ou au protoplasma coloré en vert ou incolore que M. Crüger attribue la formation des couches successives à l'extérieur de celles qui sont nées les premières. Tout l'amidon vient sur la couche de protoplasma qui couvre la paroi intérieure des cellules ; il y reste attaché aussi longtemps que le protoplasma existe dans la cellule. Chez toutes les espèces d'amidon chez lesquelles les couches sont nettement formées, chez lesquelles existe un noyau excentrique et distinct, on remarque que le noyau se trouve toujours sur la place la plus éloignée du point d'attache. Sur l'extrémité par laquelle le grain tient à la chlorophylle ou au protoplasma, il possède une couche de substance qui se distingue de ceux-ci et de la masse du grain d'amidon lui-même. Cette couche, la plus externe du grain d'amidon, ne se teint pas par l'iode, et elle n'est pas aussi promptement brunie ou jaunie que le protoplasma et la chlorophylle; elle constituerait un état intermédiaire, et est appelée à cause de cela, par M. Crüger, « *substance de transition* ». Toutefois l'auteur ajoute que cette couche est quelquefois si mince, qu'on la voit seulement avec peine, et on ne la distingue que par les lignes qui paraissent

sur le bord de l'amidon par la réfraction de la lumière (*sic*), ce qui a empêché de la distinguer.....; etc.

Il y a un fait certain, c'est qu'il existe, chez quelques plantes, à la base du grain à centre organique excentrique, pendant une partie de son développement, quand même il n'est plus attaché à la paroi, un peu de protoplasma vert ou incolore au milieu duquel ce grain est né; mais ce n'est assurément point lui qui forme les couches amylacées nouvelles; et je le prouverai par des faits et des arguments irrécusables tirés de l'examen d'une plante même citée par M. Crüger.

Les grains composés, suivant cet anatomiste, résulteraient de la réunion de petits grains simples par la substance de transition qu'il a cru découvrir. Je reviendrai plus tard sur cette théorie, en décrivant l'évolution de certains grains composés, et en particulier ceux du *Batatas edulis*, que l'auteur a étudiés.

M. G. J. Allman (*Remarks on the Involution Theory of the Starch Granule*, etc., in *Quarterly Journal of Microscopical Science.*, edit. by Lancaster and Busk, London, vol. II, 1854) résume ainsi les conclusions de ce travail : 1° Le grain d'amidon consiste en une série de lamelles fermées contenues les unes dans les autres, la plus interne limitant une petite cavité remplie d'amidon amorphe. 2° Les lamelles ont toutes la même composition chimique, mais les internes diffèrent de l'externe par la consistance, ou par une autre propriété physique ; 3° L'ordre de dépôt des lamelles est centripète; 4° Le grain d'amidon est une vésicule lamelleuse qui peut être comprise dans la catégorie des vraies cellules végétales, dont elle diffère toutefois non-seulement par l'absence d'un nucléus propre, mais aussi en ne présentant aucune différence chimique entre la membrane et le contenu.

Suivant M. Henfrey (*Micrographic Dictionary* by Griffith and A. Henfrey, London, 1856), le grain d'amidon est composé d'écailles concentriques d'une substance homogène, mais moins dense et plus aqueuse dans les couches intérieures, plus ferme, moins hydratée et plus résistante en proportion de la distance du point de départ de l'accroissement ou noyau. — Il semblerait que la constatation du phénomène de l'hydratation et de la mollesse plus

grandes au centre eût dû porter M. Henfrey vers la théorie centripète, et pourtant il n'en est rien, comme on vient de le voir. Il se prononce nettement encore dans un autre passage de la page 612, quand il parle de l'origine des grains d'amidon. Suivant lui, il se ferait des vacuoles dans le protoplasma, et de la face interne de ces vacuoles se déposeraient les couches.

M. Th. Hartig (*Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeims*, etc., Leipzig, 1858) retrouve chez le grain d'amidon une structure qui a beaucoup d'analogie avec celle qu'il attribue à la cellule. Le grain d'amidon serait composé : 1° d'une membrane enveloppante plus externe, granuleuse; 2° d'une paroi cambiale externe, non azotée, au-dessous de la précédente; 3° des lamelles de stratification d'une bande astathe roulée en spirale, à la place de laquelle sont fréquemment des petits grains globuleux de la même substance, qui n'ont pas été réduits en lamelles par l'accroissement; 4° d'une membrane interne mince recouvrant la cavité intérieure.

Quelque singulière que puisse sembler cette théorie, je vais cependant en parler avec assez de détail, parce que les assertions de M. Hartig sont assez souvent fondées sur des faits bien observés, que je me crois obligé de signaler, et que je ne puis non plus séparer de ce que je considère comme des erreurs d'observation ou de fausses interprétations.

Nous avons vu, en parlant de la vésicule nucléaire, que la membrane externe de la cellule, suivant M. Hartig, est formée par la membrane de cette vésicule, et que les granulations contenues dans celle-ci, pendant l'accroissement du nucléus en cellule, se changent en vésicules; il y en a des petites (microphysalides) et des grandes (macrophysalides). Ces dernières, en doublant la vésicule nucléaire, auraient formé la membrane interne de l'utricule, et c'est à l'extérieur de cette membrane interne, entre elle et la membrane externe, que se développent les microphysalides qui deviennent des grains de chlorophylle, d'amidon, d'aleurone ou les éléments de la substance de cellulose.

La pellicule la plus externe du grain d'amidon serait une de ces microphysalides contenant ou non de la chlorophylle. Elle peut

contenir plusieurs grains amylacés et quelquefois même un grand nombre, et autour de chacun d'eux existe une pareille membrane.

Si l'on ne trouve pas autour de tous les grains d'amidon cette pellicule qui ne bleuit pas par l'iode, c'est qu'elle reste en arrière dans les cellules, quand celles-ci sont coupées ou écrasées pour obtenir l'amidon (ex., le haricot mûr et desséché), ce qu'il faut attribuer à la contraction de la substance amylacée, et aussi à l'adhérence de la vésicule avec les granules de mucus et du liquide desséché (page 86).

Cette opinion, que je crois erronée en ce qui concerne le haricot, est néanmoins fondée sur une observation très délicate. Il existe là (dans le haricot desséché) une mince membrane qui tapisse la cavité qu'occupait chaque grain d'amidon au milieu du contenu de la cellule; mais cette membrane n'est point la microphysalide dans laquelle s'est développé l'amidon. C'est une pellicule engendrée par le liquide organique de la cellule. Je montrerai plus loin que la vésicule primitivement verte dans laquelle est né l'amidon persiste à l'entour du grain qu'elle n'a point quitté, ainsi que le croit M. Hartig, qui a été induit en erreur par des apparences.

La bande astathe forme la masse principale du grain d'amidon; elle est souvent si développée qu'elle remplit complétement l'espace intérieur. Comme chez la cellule, les couches de cette substance seraient roulées en spirale, ou disposées en anneaux autour de la cavité. Cette astathe est limitée à l'extérieur par une paroi cambiale, et à l'intérieur par une couche différente de ses voisines par sa structure et son plissement. Comme la paroi cellulaire, la substance du grain d'amidon peut aussi être traversée par des pores.

M. Hartig a bien apprécié la nature de ces grains d'amidon qui ont suggéré la théorie de Fritzsche, c'est-à-dire de ces grains qui semblent formés de deux ou plusieurs plus petits et enveloppés par une série de couches déposées à leur surface. Il les compare à ces cellules épidermiques recouvertes par des couches communes appartenant à la paroi de la cellule mère. De ce phénomène,

M. Hartig déduit avec beaucoup de raison que le développement du grain d'amidon est analogue à celui des cellules.

Il a reconnu aussi que chez beaucoup de grains d'amidon les couches sont souvent incomplètes, qu'elles forment des sortes de ménisques qui se recouvrent comme des verres de montre superposés. Les grains d'amidon, dans le fruit de la Pomme de terre, lui rappellent l'image d'une cellule fibreuse annelée, courte et fusiforme, qu'il compare aux cellules du corps ligneux des *Mamillaria*.

Ce qui précède se rapporte surtout aux grains d'amidon à structure stratifiée; mais il est des grains qui, suivant M. Hartig, ont une constitution toute différente, bien qu'ils aient une origine semblable. La substance de leur astathe, au lieu de se disposer en couches concentriques, forme de nombreux petits granules qui remplissent toute leur cavité. M. Hartig croit avoir trouvé dans les Graminées la transition de ces grains à structure granuleuse aux grains à structure stratifiée. Je vais citer ce passage, parce qu'il montre que ce savant, qui a bien vu une partie des phénomènes qu'il décrit, ne connaît pas du tout l'origine de ces grains composés en apparence identiques.

Il s'exprime à peu près en ces termes à la page 89 : « Dans l'amidon des semences du *Triticum* et du *Secale*, la stratification est distincte; chez celui de l'*Hordeum*, elle est à peine apparente; dans l'*Elymus dasystachys*, on reconnaît une stratification et une cavité interne encore très nettement; chez la plupart des espèces du dernier genre, la stratification et la cavité ont disparu; la masse amylacée tout entière est sans structure; dans l'*Elymus dauricus*, la première trace de granulation apparaît, laquelle est plus parfaite chez le *Lolium*. Nous trouvons la plus fine granulation de la masse amylacée dans les semences des Agrostidées, etc. » Il a vu les mêmes grains granuleux dans les Nymphéacées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Nyctaginées. Une même plante, le *Cenchrus echinoides*, lui a donné tous les degrés de développement dans une même semence. Nous verrons, par la suite, que M. Hartig a confondu des phénomènes très distincts.

Cet observateur a remarqué qu'il est des grains plus compliqués

encore que les précédents. Il les a étudiés surtout dans les semences de l'avoine, dans lesquelles il croit avoir reconnu, car il avoue n'avoir pas étudié le développement, que les granules secondaires ou grains partiels se multiplient aussi par division. Il pense aussi avoir trouvé dans ces grains partiels des petits globules (*pilæ*) qui auraient des propriétés analogues à celles du nucléus des cellules. C'est surtout la division qu'il a observée chez l'amidon des *Avena*, et qui existe réellement, qui l'a porté à conclure que tous les grains d'amidon composés se forment de la même manière (page 93). Il a pris aussi pour des grains composés ces agglomérations que j'ai signalées autour de ces singuliers corps que présentent les cellules de l'albumen du *Sparganium* (pl. 2, fig. 67).

L'amidon, d'après M. Hartig, naît dans l'intérieur du nucléus, ou bien il se forme dans la microphysalide verte de la chlorophylle, après que celle-ci est sortie du nucléus. Au reste, cette microphysalide et le grain d'amidon auraient l'une et l'autre pour origine un corpuscule de la substance nucléaire, ainsi que nous l'avons vu déjà en parlant du nucléus. Mais ce que dit M. Hartig dans cette première circonstance, et ce qu'il décrit ici, ne me paraît pas concorder parfaitement. En effet, dans le premier cas, l'auteur admet que les microphysalides, qui constituent les grains de chlorophylle, d'amidon, d'aleurone, etc., se développent dans la cavité du ptychode, c'est-à-dire entre les deux membranes qui limitent à l'extérieur et à l'intérieur la paroi de la cellule; tandis qu'ici, à la page 96 de son travail, il fait naître la chlorophylle et l'amidon dans le nucléus, d'où ils se répandent dans la cavité cellulaire. — Passons outre, et bornons-nous à le suivre quelques instants encore, en admettant avec lui pour un moment cette dernière interprétation.

Les grains d'amidon résultent donc de la transformation des corpuscules de la substance nucléaire qui, par leur accroissement et leur division subséquente, deviennent doubles, triples, quadruples, multiples, dans l'intérieur du nucléus. Ils forment ainsi des grains d'amidon toujours composés dans le principe, et qui sortent du nucléus à cet état. Les granules partiels qui les consti-

tuent s'isolent ensuite, et s'accroissent alors séparément hors de la vésicule nucléaire. Ordinairement la division des corpuscules simples qui produisent ces grains multiples est achevée dans le nucléus ; cependant il arrive, et l'amidon d'avoine en fournit un exemple, que la division se continue hors du nucléus. Il résulte de ce qui précède que la forme composée est l'état de jeunesse des grains d'amidon, et que ce n'est que par exception que ces grains persistent dans leur état de composition (page 97).

M. Hartig ne connaît que trois cas, chez lesquels les grains d'amidon soient simples à toutes les phases de leur développement : ce sont ceux du *Vicia Faba*, du *Quercus* et de l'*Æsculus*, et encore l'auteur n'est-il pas certain que, dans le *Quercus*, un état intermédiaire ne lui ait échappé.

Il me reste à parler d'un ouvrage que vient de publier M. Nägeli ; il est intitulé : *Les grains d'amidon* (*Die Stärkekörner*, Zürich, 1858). Ce travail comprend deux parties bien distinctes, l'une pratique, l'autre théorique ; mais, comme la théorie se mêle toujours beaucoup à la pratique, et que d'ailleurs l'auteur traite plusieurs fois des mêmes questions dans des chapitres différents, je ne puis suivre dans cet extrait la marche qu'il a observée. Je vais essayer de faire connaître ses idées principales en suivant l'ordre du développement du grain d'amidon.

Suivant M. Nägeli, l'amidon se présente dans les plantes presque exclusivement sous la forme de grains (il aurait pu dire exclusivement, attendu qu'il ne parle pas de l'amidon amorphe dans les cellules, que, du reste, il n'admet pas, ainsi que cela résulte de mes conversations avec lui), et toujours au commencement sous la forme de grains simples (page 1). Ceux-ci peuvent rester tels ou devenir composés. Ces derniers sont formés de plusieurs ou de beaucoup de grains partiels, que l'auteur appelle *grains de cassure*. Les grains composés ont deux origines. Ou ils naissent par la division d'un grain simple : ce sont les *grains composés vrais ;* ou ils résultent de la réunion de plusieurs grains simples nés dans une même vésicule, et accolés les uns aux autres par pression : ce sont les *grains composés faux*. M. Nägeli appelle *grains demi-composés* ceux qui ont suggéré la théorie de Fritzsche, c'est-

à-dire ces grains dans lesquels plusieurs autres de petite dimension semblent enveloppés par des couches qui, d'après M. Fritzsche, se seraient déposées à l'entour.

Les grains composés vrais existent dans les semences de bon nombre de Graminées, les Zingibéracées, les Comméliuées, les Pipéracées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Portulacées, les Caryophyllées et les *Mesembryanthemum*. Je dois dire tout de suite que M. Nägeli est à cet égard tombé dans la même erreur que M. Hartig. La plupart des grains qu'il considère comme composés ne le sont pas; ce sont des grains multiples ou agrégés. Comme il n'a pas observé les conditions anatomiques de la naissance des grains d'amidon, bien qu'il parle beaucoup de cette naissance, M. Nägeli n'a pu toujours distinguer les grains composés des grains agrégés. Mais il a bien observé la formation de ceux qu'il nomme faux composés, dans des vésicules de chlorophylle ou dans des vésicules incolores.

Voyons d'abord comment M. Nägeli comprend la naissance des grains d'amidon simples ; nous le suivrons ensuite dans la description des modifications que subit le grain pendant son accroissement.

« Nous pouvons, dit-il à la page 295, imaginer la naissance de l'amidon de deux manières : ou l'amidon est formé dans le liquide et se dépose à l'état insoluble, quand la solution est à un certain degré de concentration ; ou une substance organique en solution est transformée en amidon insoluble. »

M. Nägeli ajoute que l'on ne peut rien décider à cet égard, bien que la dernière opinion lui paraisse presque vraisemblable.

Que l'on adopte l'une ou l'autre opinion, reprend-il, on peut désigner le moment où le changement arrive, c'est-à-dire le moment de la précipitation, comme le degré d'activité de la solution. Quand ce degré d'activité est atteint pour la première fois, il se sépare des formations solides comme dans la cristallisation. Une fois que ces formations ont commencé, elles attirent la substance en dissolution.

Deux cas peuvent alors se présenter : ou la production de l'amidon dans le liquide est faible, et alors il est pris par les grains

existants à mesure qu'il se forme (dans ce cas, on trouve dans les cellules des grains de même âge et de même grosseur, ou seulement un gros grain dans chaque cellule); ou bien la production de l'amidon dépassant la quantité nécessaire à la nutrition des grains qui existent déjà, la solution atteint son degré d'activité, et un nouveau dépôt de petits grains a lieu. Cette production de nouveaux grains peut arriver une fois, ou se répéter périodiquement ou continuellement. C'est à cause de cela que l'on a, à côté les uns des autres, des grains de diverses dimensions. Cependant l'inégalité de l'accroissement efface aisément les différences de la dimension originelle.

On peut voir déjà et l'on reconnaîtra également par ce qui suit, que, bien que M. Nägeli admette comme presque vraisemblable la non-existence de l'amidon tout formé dans la solution, il parle cependant comme s'il y existait réellement; c'est qu'en effet cette manière de voir est plus favorable à sa théorie. Suivons-le maintenant dans l'exposition de cette théorie sur la production des premiers dépôts d'amidon insoluble, c'est-à-dire du commencement des grains.

(Page 366.) Quand la dissolution présente les conditions favorables à la formation de l'amidon solide, les atomes se réunissent, se placent à côté les uns des autres, et forment une molécule ou groupe de molécules, qui s'entoure d'*une enveloppe d'eau* et d'une atmosphère de dissolution plus dense. Dans cette dissolution se forment de nouvelles molécules qui se déposent autour de la première. Ce dépôt est favorisé par les courants qui ont lieu dans toutes les directions dans le liquide, et qui favorisent la réunion des atomes. Il résulte de ce dépôt successif de molécules un corps poreux qui est pénétré par la solution (page 368). Celle-ci, introduite par des courants du liquide, qui augmentent peu à peu avec la dimension des grains, apporte de la substance amylacée et de l'eau pour l'accroissement des particules existantes et la formation de nouvelles molécules (page 369). A cette époque, c'est-à-dire quand il s'établit dans l'intérieur des grains des courants suivant le rayon, les courants qui existaient au commencement dans le liquide dans toutes les directions, et qui favorisaient le dépôt

des molécules autour des premières déposées, cessent peu à peu à mesure que le courant radial devient plus prononcé. Les mouvements des atomes autour du grain prennent donc de plus en plus une direction perpendiculaire à sa surface; et, quand ces atomes se réunissent à l'extérieur du grain en molécules (1), ces dernières sont apportées dans l'intérieur par les courants avec les atomes en dissolution.

La forme des particules est d'abord globuleuse, mais elle change bientôt (page 367); elle s'allonge suivant le rayon, parce que le dépôt d'atomes solides doit se répéter beaucoup plus souvent sur le côté externe et sur l'interne. La disposition radiale entraîne aussi un arrangement concentrique des particules, et une forme globuleuse des jeunes grains; car ceux-ci, sans exception, sont sphériques dans les plus petits états accessibles à l'œil armé d'instruments grossissants.

Je ne discuterai pas les théories, mais seulement les questions de fait qui ne seront pas d'accord avec l'observation. Ici, par exemple, l'observation contredit l'assertion de M. Nägeli. Il n'est pas vrai que toujours les jeunes grains d'amidon soient globuleux. Quand ils naissent directement de l'utricule protoplasmique (la pellicule protoplasmique externe dite utricule primordiale), ils ne sont jamais ou presque jamais globuleux; ils sont le plus souvent à peu près fusiformes (*Phaseolus*, etc., etc.).

Telle est la manière dont le grain d'amidon naîtrait suivant M. Nägeli. On voit que ce savant ne tient guère compte dans ce phénomène que des forces physiques connues. Aussi compare-t-il (page 296) le grain d'amidon à un cristal de substance minérale, dont il ne différerait qu'en ce que ce dernier est impénétrable à la solution saline, et, à cause de cela, il s'accroît par la superposition

(1) *Note de l'auteur.* — Il est bien clair ici que M. Nägeli admet que les molécules amylacées naissent dans le liquide et non toujours dans le grain. S'il en était ainsi, on devrait les découvrir par l'iode. On ne les y découvre pas, c'est apparemment qu'elles n'y sont pas. Sa seconde hypothèse n'est pas plus fondée en ce qui concerne le commencement du grain d'amidon, parce que ce n'est pas par des molécules amylacées que commence le grain d'amidon; il débute par une substance qui ne bleuit pas par l'iode.

des couches nouvelles; tandis que le grain d'amidon est pénétré par la solution qui dépose dans son intérieur de la matière amylacée solide et de l'eau. Il est vrai que ce caractère est capital, mais il faudrait dans cette introduction du liquide autre chose que ce que M. Nägeli semble y trouver, savoir, un simple phénomène d'endosmose, ainsi que le prouve la note ci-jointe qui montre aussi combien est abusive l'invocation de ces phénomènes osmiques pour l'interprétation des faits physiologiques (1).

Voici maintenant quels sont les phénomènes qui résultent du dépôt intérieur de cet amidon solide.

Puisque tous les phénomènes de l'accroissement montrent des directions concentriques et radiales, les particules doivent être ordonnées en couches moléculaires concentriques et aussi par rangées de molécules radiales. Le dépôt intérieur des nouvelles à l'usage de l'accroissement a lieu à cause de cela pareillement, de manière que les couches entières ou séries de molécules sont intercalées là où il y a le moins de résistance (page 289). Mais le liquide ne nourrit pas simultanément et également toutes les couches de molécules; il avance de couche en couche en déposant de nouvelles particules dans chacune. A cause de cela sa concentration diminue quand il arrive plus près du centre (page 290). Aussitôt que la tension dans laquelle se trouvent les couches moléculaires, en conséquence de l'accroissement, a atteint un certain

(1) M. Nägeli s'exprime ainsi à la page 297 :
« Des phénomènes diosmotiques des membranes cellulaires des plantes, j'ai tiré plus haut (p. 196) la conclusion que les grains d'amidon, analogues en composition chimique, reçoivent d'une solution de sucre plus d'eau et moins de substance. Il est vraisemblable aussi que les solutions des autres hydrates de carbone se comportent de même. *Alors la lessive-mère pénétrant le grain d'amidon serait un peu moins concentrée que celle qui l'environne. Cela ne change cependant rien aux résultats, parce qu'à l'intérieur de la substance solide les conditions pour la formation de l'amidon sont remplies plus promptement qu'à la surface des grains, et à cause de cela le dépôt intérieur a lieu à une concentration déterminée, tandis qu'à une concentration plus forte le dépôt externe est encore impossible.* » Cette citation prouve une fois de plus combien les auteurs sont ingénieux à trouver des explications pour les faits qui sont en contradiction avec leurs théories.

degré, elles se séparent les unes des autres et de nouvelles couches sont déposées entre elles.

Je ne suivrai pas plus loin l'auteur dans ses considérations sur les causes de l'accroissement moléculaire, je vais examiner ce qu'il dit de la constitution anatomique des grains d'amidon à divers âges, et des changements que l'on peut découvrir dans leur intérieur par l'observation directe.

M. Nägeli admet donc à l'origine du grain, d'abord un dépôt de molécules *par superposition*, et ensuite un dépôt de nouvelles molécules à l'intérieur du jeune grain, dans lequel elles s'ordonnent en séries rayonnantes et en couches concentriques de molécules, qui accroissent et multiplient les couches concentriques susceptibles d'être observées et dont je vais m'occuper maintenant.

Mais, avant d'aller plus loin, il me paraît indispensable de dire ce que M. Nägeli entend par *grain* d'amidon; car il paraît attacher beaucoup d'importance à cette dénomination, puisqu'il la préfère à celle de vésicule amylacée qu'il employait autrefois et qu'il abandonne, en motivant ainsi son changement d'opinion (page 216) : « ... D'autre part, je croyais que les grains d'amidon possédaient une cavité dans leur intérieur, à la vérité souvent de l'étendue d'un point. Je suivais en cela l'opinion de Schleiden..... J'avais observé des grains avec une grande cavité distincte dans des tissus frais, où une dessiccation anticipée ne pouvait être admise. Aujourd'hui je sais positivement que ce sont des formes d'une dissolution qui arrive rarement, et que l'espace creux, apparent dans les autres grains, est rempli avec une substance réelle, quoique très aqueuse. Cette substance se conduit sous tous les rapports comme les couches molles, et lorsqu'on réussit à enlever des grains d'amidon, *par la salive*, toute la granulose (*amylum*) jusque sur le noyau, on reconnaît que celui-ci se compose de substance (sous-entendu solide) et se colore en bleu par l'iode. »

Je ne partage pas du tout l'opinion de M. Nägeli. Le grain d'amidon est bien réellement une vésicule, chez laquelle on observe beaucoup des propriétés de la cellule, et souvent on aperçoit dans son intérieur, et avec beaucoup plus de netteté que dans l'utricule proprement dite, des phénomènes que la plupart des

anatomistes croient l'attribut de la cellule. Au reste, je vais montrer tout à l'heure combien M. Nägeli est embarrassé en présence des faits quand il veut définir son noyau solide plus ou moins mou.

Tous les grains d'amidon sont donc globuleux dans le principe et formés d'une substance compacte homogène, suivant cet anatomiste (page 230). Un peu plus tard, un noyau globuleux et mou se sépare et s'accroît peu à peu. A mesure qu'il grossit, il se partage concentriquement en un nouveau noyau sphérique, en une couche dense qui l'enveloppe immédiatement, et en une autre couche plus externe, mais molle, placée sous l'écorce ou la couche superficielle et la plus solide du grain. Cette exfoliation du noyau peut se répéter une ou plusieurs fois. Alors apparaît un phénomène que j'ai le premier signalé dans l'accroissement des membranes cellulaires. L'écorce et les couches nouvellement nées s'épaississent, puis alors elles se fendent concentriquement plusieurs fois. De la fente de chacune d'elles il résulte ordinairement deux couches plus denses et une couche plus molle entre elles (1), plus rarement il se fait une couche dense entre deux molles. Cette multiplication des couches se continue de la circonférence vers le centre.

Quand un certain nombre de couches se sont ainsi développées, un nouveau changement survient dans leur intérieur : elles acquièrent plus de densité. Cette modification, qui s'aperçoit sur-

(1) *Note de l'auteur.* — Dans mon *Mémoire sur les formations secondaires dans les cellules végétales*, etc. (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, 1854, t. II), j'ai dit que les membranes des cellules végétales s'accroissent par intussusception ; j'ai cité des exemples chez lesquels ces membranes s'épaississent, puis se dédoublent sur des étendues plus ou moins considérables, de manière qu'entre les deux membranes résultant de ce dédoublement une substance molle, quelquefois liquide (dans certaines spiricules) est interposée, etc. La sécrétion de membranes par celles qui existent est l'idée fondamentale de ce travail, idée qui est aussi représentée par beaucoup de figures. Mais, en exposant ces faits, je n'ai pas voulu dire que toutes les couches secondaires fussent produites par l'un des modes que j'ai indiqués. J'ai pour habitude de ne conclure que pour les faits que je signale.

tout dans les couches molles, se propage aussi de la circonférence au centre.

Le noyau n'est pas toujours de même forme; il est ou globuleux, ou lenticulaire, ou allongé (page 231).

Quand il est globuleux, les grains croissent quelquefois également de tous les côtés et conservent ainsi leur forme sphérique originelle. Mais très souvent les grains à noyau globuleux prennent une structure excentrique et s'éloignent de la forme globuleuse. C'est qu'à une certaine distance du noyau les couches croissent plus d'un côté que de l'autre et toutes dans la même direction; elles se fendent ensuite seulement du côté le plus épaissi; et dans ces fentes se montrent des couches nécessairement unilatérales ou incomplètes comme la fente, qui forment des sortes de ménisques. De là l'excentricité du noyau et l'allongement du grain.

Ce double changement de l'accroissement et de la forme augmente avec l'âge. Cependant il arrive quelquefois que plus tard cette irrégularité de la forme disparaît, de manière que des grains qui s'étaient d'abord allongées se rapprochent de la forme globuleuse. Il y a donc, d'après cela, deux périodes dans l'accroissement de ces grains simples : pendant l'une, le grain s'allonge; pendant l'autre, il s'épaissit dans le sens opposé.

Bien que M. Nägeli distingue des noyaux globuleux, des lenticulaires et des allongés, et qu'il indique à la page 232 l'accroissement particulier des grains qui présentent les noyaux lenticulaires et allongés, il dit plus loin que ces deux dernières sortes de noyaux n'existent pas en réalité, que ce sont des composés de couches inégalement épaissies autour d'un noyau globuleux (pages 232 et 251) *qui est quelquefois invisible. Il est vrai*, dit-il, *que ces composés de couches ne laissent apercevoir aucune trace*. Cette opinion est fondée (c'est lui qui parle) sur ce que la stratification n'est pas toujours apparente, et que tous les grains d'amidon ont un noyau globuleux (page 252).

Ces contradictions montrent que M. Nägeli est incertain sur la nature de son noyau. Je signalerai des grains dans lesquels ces prétendus noyaux allongés et lenticulaires sont des cavités réelles

et faciles à reconnaître (telles que celles qui sont représentées à la planche 9 par les figures 9, 52 à 82 en *c*, etc., à la planche 11, par les figures 12 et 23). Je reviendrai plus tard sur certains passages de son livre, qui prouvent mieux encore son incertitude à cet égard.

Je viens de montrer comment M. Nägeli considère la formation et l'accroissement des grains d'amidon. Il me reste, pour terminer ce résumé déjà très long, à indiquer son opinion sur l'origine des grains partiels, soit dans les grains demi-composés, soit dans les grains composés.

Ces grains partiels résultent de la division du noyau, qui peut se répéter plusieurs fois de manière à produire jusqu'à 30 et 40 grains partiels. Voici comment s'effectuerait cette division du noyau. « Il est vraisemblable, dit l'auteur à la page 224, que la formation a lieu à l'intérieur de la couche moléculaire concentrique la plus interne. Là se trouve un groupe de très petites particules qui, normalement et à la faveur d'un dépôt de nouvelles particules, sépare toujours sa partie externe comme une couche moléculaire concentrique et sa partie interne comme un nouveau groupe central (c'est l'exfoliation du noyau). Mais la force moléculaire ne serait pas simplement répartie autour d'un centre commun, elle existerait aussi autour de deux points en dehors de celui-ci. Dans des circonstances favorables, ces deux derniers summum de forces surpassent le premier. Alors se forment, au lieu d'une couche moléculaire concentrique, deux couches moléculaires excentriques qui peut-être s'intersectent, et à cause de cela sont encore incomplètes. Alors elles représentent ensemble une couche étranglée plus ou moins dans le milieu, laquelle couche enveloppe un groupe moléculaire central de même figure. De ce dernier se forme de nouveau une couche moléculaire et un groupe qui tous deux sont étranglés plus profondément, et cela continue jusqu'à ce qu'il en naisse deux globules séparés. Il y a à cette époque dans l'intérieur du noyau, au lieu d'un groupe moléculaire central, deux tels groupes, l'un à droite, l'autre à gauche du centre de couches originel, entourés chacun par une couche moléculaire globuleuse. » Tous les grains

partiels ne se développent pas ainsi. Il en est qui naissent entre les couches (pages 253, 325 et 326). Cela a lieu quand l'une d'elles s'épaissit beaucoup et qu'au milieu de cet épaississement se forme un corps à peu près demi-globuleux dont un noyau mou se sépare un peu plus tard. Autour de ce noyau, comme autour de ceux qui résultent de la division du noyau normal que je viens de décrire, l'accroissement se fait ensuite comme chez les grains simples.

Quand les grains partiels qui naissent de la division du noyau sont arrivés à un certain développement, on les trouve séparés par une fente qui naît ainsi (page 225) : « Pendant la division du noyau, une couche très aqueuse sépare de bonne heure l'une de l'autre les deux moitiés de la masse ovale, qui représente le noyau originel, et enveloppe les deux noyaux. Cette couche très aqueuse se montre plus tard comme une fente qui contient seulement de l'eau.

Une semblable fente apparaît aussi entre le grain partiel né entre les couches, et les couches intérieures sur lesquelles ce grain est appliqué par sa face déprimée. Ces fentes, formées d'abord en quelque sorte normalement, s'étendent à travers les couches externes enveloppantes en les déchirant. Elles atteignent d'autant plus aisément la surface que ces couches enveloppantes sont plus minces. ***A cause de cela les grains dans lesquels des grains partiels naissent seulement tard, demeurent toute la vie demi-composés, tandis que ceux dont le noyau se divise de bonne heure, ou qui produisent des grains partiels près de la surface, se changent bientôt en grains composés*** (page 326).

C'est à cela que se borne tout ce que dit M. Nägeli de l'origine des grains composés, sur l'accroissement desquels peu de chose est connu, ajoute-t-il à la page 327. Pour toute preuve qu'il en est bien ainsi, nous trouvons aux pages 222 et 223 : 1° que dans la tige de l'*Isoetes* des grains simples se changent en grains composés, parce qu'en eux des lignes de séparation deviennent visibles ; 2° que l'on voit souvent, là où naissent des grains composés, des états divers, savoir : des grains simples avec un noyau central, d'autres avec deux noyaux et une ligne de séparation très mince,

et enfin des grains doubles avec une fente distincte; 3° que l'on observe tous les passages possibles entre les grains simples et les grains composés, quand les fentes traversent une partie plus ou moins grande de la substance. — C'est sans doute, comme on en peut juger par ce qui précède, l'apparition de ces fentes, qui a déterminé M. Nägeli à nommer *grains de cassure* (*Bruchkörner*), les grains partiels ou granules constituants des grains composés. Si M. Nägeli eût aperçu ce qui se passe à l'intérieur de certains grains d'amidon de l'*Iris florentina*, par exemple, ou des *Chelidonium majus* et *quercifolium*, etc., il se serait fait du grain d'amidon une idée tout autre que celle qu'il soutient. Il aurait reconnu que ce grain n'est pas entièrement compacte, qu'il renferme une partie liquide, que l'on peut voir se déplacer sous ses yeux dans certains grains vivants, et divers phénomènes dont je parlerai plus loin; en un mot, qu'il est une vésicule qui a son protoplasma organisé et organisateur comme la cellule proprement dite.

Relativement aux conditions anatomiques de la naissance des grains d'amidon en général, M. Nägeli n'a aucune donnée fournie par l'observation. La lecture du chapitre suivant montrera que ce qu'il appelle grains composés dans les Phytolaccées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Portulacées, les Caryophyllées, etc., ne sont pas de vrais grains composés, attendu qu'ils ont une origine toute différente de celle qu'il leur attribue.

De la naissance de l'amidon.

On a jusqu'à ce jour, ainsi que le prouve le résumé historique qui précède, fréquemment étudié l'amidon, décrit sa structure, et, par son organisation, cherché à expliquer son accroissement; mais, en réalité, on a fait peu d'efforts pour remonter à son origine; aussi n'avons-nous guère que des hypothèses sur ce point important de son histoire. Ce n'est donc pas sans quelque raison que M. Hugo Mohl disait en 1850 que « l'observation n'a encore rien appris sur le développement de l'amidon. »

Les recherches que je poursuis depuis longtemps sur cet inté-

ressant phénomène m'ont amené à la conclusion que l'amidon naît dans les mêmes circonstances que la chlorophylle et diverses sortes de vésicules dont j'ai parlé plus haut. Or, j'ai dit, et il n'est pas inutile de rappeler un fait fondamental, que les cellules, à leur début, sont remplies de protoplasma plus ou moins granuleux (pl. 7, fig. 1) ou homogène (pl. 1, fig. 1 et 3), qui, ne pouvant s'étendre aussi vite qu'elles, se répartit en une couche d'épaisseur variable au pourtour interne de la cellule (pl. 7, fig. 2, 5, 6, 45, 57, etc.) enveloppant ou non le nucléus, quand il existe déjà. Ce protoplasma s'étend quelquefois en filaments qui, de la surface du nucléus, vont dans toutes les directions se terminer à la périphérie de la cellule en s'anastomosant entre eux (pl. 1, fig. 10; pl. 8, fig. 43). C'est le protoplasma ainsi distribué qui donne le plus souvent naissance à l'amidon. Celui-ci, en effet, apparaît : 1° soit dans ce protoplasma, 2° soit à la surface du nucléus, 3° soit, mais plus rarement, dans l'intérieur du nucléus.

Le premier cas est le plus fréquent, et il présente des modifications dont voici les principales :

Dans les cellules de l'albumen de certaines plantes, la couche protoplasmique est assez épaisse (pl. 7, fig. 2); elle éprouve même une sorte de végétation, parfois très sensible, qui l'accroît encore. J'ai surtout remarqué ce dernier phénomène dans les cellules de l'endosperme du *Mirabilis Jalapa* (pl. 9, fig. 1 et 2). Elle est transformée par là (dans le *Mirabilis*) presque entièrement, sinon tout à fait, en granules d'une extrême ténuité, qui ne bleuissent pas d'abord par l'iode, mais qui, sous l'influence de ce réactif, deviennent un peu plus tard d'une belle teinte indigo. Ces granules conservent toujours leur petitesse extrême. Ce sont eux qui sont représentés à leur parfait développement par la figure 3 de la planche 9, sous un grossissement de 380 diamètres.

Dans l'albumen du *Melica altissima*, les cellules sont dans le principe remplies d'un protoplasma granuleux, au milieu duquel est un noyau plus ou moins volumineux (pl. 7, fig. 1, *n*). Pendant l'extension de la cellule, le protoplasma suit la membrane utriculaire, et laisse le noyau libre dans le centre de la cellule (pl. 7, fig. 2, *n*). A une phase ultérieure, le protoplasma granu-

leux est remplacé par de plus gros grains, qui ont la même disposition que lui au pourtour de la cellule (pl. 7, fig. 3). Les premiers granules jaunissaient par l'iode, les derniers au contraire se colorent en bleu. Ces granules amylacés grossissent peu à peu, et remplissent à la fin la cellule (pl. 7, fig. 4). Le noyau protoplasmique, à cette époque, conserve encore l'aspect homogène qu'il avait dans les cellules plus jeunes. Je n'ai pas noté ce qu'il devient plus tard.

Lorsque la couche de protoplasma est moins développée, elle produit ordinairement des granules qui se dispersent de bonne heure dans la cavité utriculaire, où ils continuent leur accroissement. Dans les cellules de l'albumen du *Scirpus sylvestris*, par exemple, la couche protoplasmique est beaucoup moins épaisse que dans le *Mirabilis Jalapa* ou dans le *Melica altissima*. Elle est beaucoup plus réduite encore dans les cellules des jeunes rhizomes du *Bletia Galeottiana*, ou dans celles des tubercules naissants du *Solanum tuberosum*, au moment de l'apparition des premières granulations. La figure 17, planche 7, montre de très jeunes cellules *a*, *a* de la couche génératrice de la pomme de terre naissante, dont le protoplasma est déjà réduit aux granulations qui jaunissent sous l'influence de l'iode ; dans les cellules *b*, *b*, au contraire, ce pourtour est occupé par de plus gros grains qui se colorent en bleu par l'iode. La figure 18 représente une cellule plus âgée, qui est complétement entourée par de jeunes grains d'amidon. Je dois prévenir à cet égard que les grains s'éloignant aisément de la paroi cellulaire sous l'influence de la pression, je n'ai obtenu qu'assez rarement une disposition aussi régulière.

La figure 5 de la planche 7 est l'image d'une cellule de l'albumen du *Scirpus sylvaticus* entourée de la couche protoplasmique *p*, qui, dans la figure 6, est aussi remplacée par de très fines granulations jaunissant par l'iode, tandis qu'au pourtour de la figure 7 sont des grains plus gros qui se colorent en bleu. Je ferai observer qu'ici le nucléus *n* est entouré par des grains semblables, ce qui n'existait pas dans les cellules du *Melica altissima* (pl. 7, fig. 3). La figure 8, planche 7, représente trois cellules d'un très jeune

rhizome du *Bletia Galeottiana* : dans la plus jeune *A*, le pourtour de la cavité est garni d'une rangée de très petits granules ; dans la cellule *B*, ces granules sont plus multipliés, et les premiers nés se dispersent dans l'intérieur de l'utricule ; dans la cellule *C*, les grains sont plus gros et répandus dans toute la cavité. Ces derniers sont pour la plupart de nature amylacée. Dans les cellules du *Bletia Galeottiana*, il semblait bien que ce fussent les granulations développées auprès de l'utricule protoplasmique qui se changeassent en amidon ; mais généralement toutes les granulations qui existent au pourtour de la cellule, comme dans les cellules du *Melica* cité (pl. 7, fig. 1 et 2), ou dans celles de la pomme de terre (en *a*, fig. 17), ne deviennent pas de l'amidon. C'est seulement une partie des granules visibles qui subissent cette transformation.

Les cellules de l'albumen du *Festuca unioloides* Kth présentent une modification de la naissance de l'amidon fort importante à noter, en ce qu'elles montrent bien, sur des points particuliers de la couche protoplasmique périphérique, la nature de la végétation spéciale que j'ai signalée surtout dans le *Mirabilis Jalapa*. Dans cette dernière plante, cette végétation spéciale paraît propre à toute la couche protoplasmique ; dans le *Festuca*, au contraire, elle est limitée à quelques points de cette couche. Il en résulte que, dans le *Festuca*, la naissance de l'amidon se présente sous deux aspects : d'abord avec l'apparence qu'elle a dans le *Melica*, etc., c'est-à-dire que des grains isolés naissent de la couche protoplasmique, et de plus que des globules protoplasmiques, beaucoup plus gros que les granulations précédentes, croissent en donnant naissance à des granules amylacés dans leur intérieur.

La figure 20, planche 7, représente deux jeunes cellules de l'albumen de ce *Festuca*. Dans l'une, *A*, le protoplasma granuleux la remplit encore complétement ; il entoure un nucléus irrégulièrement ovoïde qui était d'une substance jaunâtre, et ne paraissait pas entouré par une membrane. Dans l'autre cellule, *B*, le protoplasma est distribué au pourtour en une couche à surface inégale, qui a laissé le noyau *n* isolé au centre de l'utricule. La figure 21 représente une cellule un peu plus avancée que la cellule *B* de la

figure 20. On y remarque une couche protoplasmique *p* qui enveloppe un gros noyau *n*, et entoure aussi quatre corpuscules globuleux ou ovoïdes en *a*, *a*. Ces globules sont les centres de végétation que je viens de signaler, et dont les Graminées paraissent offrir de très nombreux exemples. Dans cette cellule, ils paraissaient homogènes, et le protoplasma, semblant se désagréger, s'étendait vers le centre de la cavité utriculaire. Cette extension était toutefois moins sensible ici que dans les cellules de quelques autres plantes. Les cellules que je représente étaient très voisines les unes des autres dans la même préparation. L'une d'elles (pl. 7, fig. 22) offrait encore la même disposition périphérique du protoplasma, et de plus sept globules qui étaient nés de celui-ci, et qui étaient d'âges très différents. Les uns *a*, *a*, très petits encore, étaient tout à fait globuleux, de même que celui de *b* qui était un peu plus gros. En *c*, *d*, il y en avait deux qui, bien que plus volumineux, se confondaient par un côté avec la substance de la couche protoplasmique, ce qu'à tort la figure n'indique pas. Un autre, *e*, était tout à fait distinct dans tout son contour, et sa substance était plus manifestement granuleuse. Enfin, le septième, *f*, un peu plus âgé que le précédent, n'avait plus comme lui une surface lisse; il semblait composé de l'agrégation de beaucoup de granules.

Ces divers corpuscules protoplasmiques, ou mieux nés du protoplasma, en produisant dans leur intérieur des granules amylacés, deviennent autant de grains composés, qu'il serait peut-être préférable d'appeler *multiples*, pour les distinguer des grains composés vrais qui ont une autre origine, et dont je parlerai dans un autre chapitre. Ces sortes de grains composés affectent des formes diverses dans la même plante et dans la même cellule; ils peuvent être globuleux, ovoïdes ou elliptiques, etc. Les figures 23, 24 et 25 de la planche 7 en représentent qui sont à l'état parfait, et vus par un grossissement de 380 diamètres. La figure 26 montre sous le même grossissement les granules amylacés qui les constituent. Un examen très souvent répété sur un grand nombre de plantes n'a pu me convaincre de l'existence d'une membrane autour de ces grains multiples, malgré le désir que j'avais d'en trouver une au début de mes observations.

Outre ces singulières productions, il naît encore de la couche protoplasmique de ce *Festuca unioloides*, et probablement de toutes les Graminées qui engendrent ces sortes de grains, des grains simples comme dans la couche protoplasmique des autres plantes citées plus haut. Tous ces grains simples et composés ou multiples croissent ensemble, se pressent réciproquement quand ils emplissent la cellule, et se trouvent souvent réunis en une seule masse à la maturité. Cette pression, au reste, s'exerce dans les cellules de l'albumen de bon nombre de végétaux, et réunit en une seule masse tous les grains d'une même cellule, ainsi que cela a souvent été observé.

Dans d'autres plantes chez lesquelles la couche de protoplasma est très mince, ou même réduite à l'utricule protoplasmique, sa végétation spéciale est plus marquée encore. Cette couche s'épaissit sur des points plus ou moins étendus et donne naissance à des éminences d'une teinte légèrement fauve, jaune ou verte, qui deviennent des grains composés analogues à ceux du *Festuca unioloides*. Une des formes les plus remarquables est celle que l'on observe dans les cellules de l'albumen des Phytolaccées, des Chénopodées, des Amarantacées, des Caryophyllées, des Portulacées, etc. Il naît au pourtour de la cavité cellulaire, de l'utricule protoplasmique (pl. 7, fig. 27, *a*, *b*, *c*, *d*; fig. 28, *a*, *b*, *c*) ou de la couche mince de protoplasma qui peut l'accompagner (pl. 7, fig. 45, 46, 50, etc.), des petites masses d'une substance molle, qui couvrent en totalité ou en partie la surface interne de la cellule. Suivant que la végétation est plus ou moins active, les éminences qu'elles forment sont plus ou moins volumineuses. Les cellules de l'albumen du *Phytolacca esculenta*, en particulier, présentent de grandes différences sous ce rapport : tantôt elles produisent de grandes protubérances comme celles des figures 27, 28 et 29, pl. 7 ; tantôt elles n'en donnent que de fort petites ; ou bien, sur de grands espaces, il n'y a qu'une couche épaisse de cette sécrétion. Celle-ci, quelle que soit l'étendue de ses productions, est d'abord incolore et homogène (pl. 7, fig. 46, *a*, *b*, *c*; 58 et 59, *a*, *b*, *c*, etc.); bientôt elle prend une teinte un peu fauve et devient assez fréquemment granuleuse dès cette époque ; quel-

quefois on remarque déjà des granulations, comme dans tout protoplasma, du reste, dans la couche qui les précède (pl. 7, fig. 39, 50, *p*, 58, *p*). Si les éminences auxquelles la couche primitive donne lieu sont peu étendues, elles prennent la forme globuleuse en s'accroissant et se détachant de la paroi cellulaire. Ce phénomène est présenté par un grand nombre de figures de la planche 7. La figure 47, par exemple, en offre toutes les phases. C'est une cellule de l'albumen de l'*Amarantus græcisans* L. En *a* sont des productions très surbaissées; à droite et à gauche elles s'élèvent graduellement; en *b*, *b*, elles sont déjà globuleuses et détachées de l'utricule protoplasmique. Jusque-là elles paraissaient homogènes; en s'avançant vers *c*, leur volume augmente un peu, et elles apparaissent comme finement granuleuses. A mesure que la maturation avance, ces grains multiples remplissent progressivement la cellule; ils se pressent les uns les autres, de telle manière que dans les semences mûres on ne trouve dans les cellules qu'une seule masse dans laquelle je n'ai pu remarquer les grains composés ou plutôt multiples primitifs. Les granules simples, qui sont représentés à la figure 48, pl. 7, sont très petits comme dans toutes les Amarantacées que j'ai examinées. La figure 46 a été fournie par un jeune albumen de l'*Amarantus sylvestris*, ainsi que la figure 45, dans laquelle on avait un assez gros nucléus *n* adhérent à la couche protoplasmique *p*. Dans la figure 46, pl. 7, on trouve à la place de ce protoplasma périphérique, qui était probablement en moindre quantité, des productions mamelonnées comme celles de *a*, fig. 47. En *a*, fig. 46, où le protoplasma était plus épais que sur les points *b*, *c*, de la même cellule, il commence à se mamelonner à sa surface. Dans la figure 39 tirée de l'albumen du *Silene fimbriata* (Marsch.), la couche protoplasmique a encore une surface unie en *p*; en *a*, *b*, elle a donné des productions isolées; en *c* il y en a deux, en *d* trois, en *e* beaucoup plus, et elles vont en s'abaissant vers les limites de la couche protoplasmique. Dans la figure 40, obtenue du même albumen du *Silene fimbriata*, les grains multiples sont beaucoup plus avancés, quoique d'âges différents. En *a* ils sont plus jeunes et plus petits; quoique globuleux déjà, ils paraissent homogènes. En *c* ils sont

beaucoup plus volumineux et leur composition granuleuse est très évidente. La figure 41, pl. 7, montre quatre de ces grains multiples groupés par la pression pendant la maturation. La figure 42 fait voir que quelques-uns de ces grains conservent la forme globuleuse. Enfin la figure 44 indique la forme et la dimension des granules amylacés élémentaires à l'époque de la maturité. Les figures 50 et 51, pl. 7, données par l'albumen du *Rivina lævis*, ne sont que la répétition des phénomènes que je viens de décrire, et les figures 52, 53 et 54 représentent diverses formes de grains multiples de cette plante. La figure 55 montre la forme et le volume des granules composants. Dans le *Beta vulgaris* (pl. 7, fig. 33), les grains multiples étaient nés isolément de l'utricule protoplasmique ou au moins à sa surface. Ils sont plus développés dans la figure 34, et adultes dans les figures 35, 36 et 37. La figure 38 indique la dimension et le volume relatif de leurs granules constituants.

La description de cette figure 34 m'offre l'occasion de parler d'un phénomène extrêmement curieux, et qui m'a fort étonné la première fois que j'en ai été témoin dans le *Phytolacca esculenta*. Il consiste en ce que les granules élémentaires de ces grains multiples sont si peu adhérents entre eux vers l'époque à laquelle ils se détachent de l'utricule protoplasmique, que dans un grain en apparence bien constitué, on les voit s'agiter du mouvement brownien; ils se désagrégent souvent comme en *b*, fig. 34, pl. 7, ou en *f*, fig. 51. Je les ai même vus plusieurs fois se disperser, comme en *c* de la figure 34. Je crus alors avoir été témoin de la dissolution définitive de ce grain multiple. Quel ne fut pas mon étonnement quand, après les avoir perdus de vue quelques secondes, pour dessiner ce que j'avais sous les yeux, je les trouvai rapprochés tout aussi bien qu'ils le sont dans le grain *d* de la figure 34. Je ne saurais donner l'explication de ce phénomène que j'ai observé plusieurs fois.

Les plus beaux exemples du développement de ces grains multiples me furent donnés sans contredit par le *Phytolacca esculenta* en pleine végétation (pl. 7, fig. 27, 28 et 29). Les productions n'étaient pas nombreuses dans chaque cellule, sans doute parce

que leur développement ne faisait que commencer; mais elles devenaient très volumineuses en peu de temps, autant que j'en puis juger par l'aspect que présentaient les divers degrés de formation que j'avais sous les yeux. Elles naissaient directement de l'utricule protoplasmique. Il s'élevait de la surface interne de cette pellicule des petites éminences (pl. 7, fig. 27, *a*) qui grandissaient peu à peu (*b*, *c*, *d*). Leur substance était d'abord homogène, puis il naissait en elles de très fines granulations, qui n'occupaient dans le principe qu'une partie de son étendue, comme le montre *d* de la figure 27, laquelle partie était contiguë à l'utricule protoplasmique. La production de ces granules se propageait bientôt jusqu'à sa limite la plus rapprochée de la cavité utriculaire, *c*, fig. 27. La sécrétion de ces fines granulations se continuant dans la production protoplasmique, on ne tarde pas à avoir dans l'intérieur de celle-ci des corps nettement limités, souvent d'abord un peu déprimés comme en *b* (fig. 28, pl. 7), qui s'élèvent peu à peu, comme en *c* et en *a* de la même figure, ou en *a* de la figure 29. Un peu plus tard il arrive, par les progrès de la végétation, que la base de ces corps est plus étroite que leur diamètre (fig. 29, *b*, *b'*); puis cette base se resserre peu à peu, comme nous l'avons déjà vu précédemment; le corps devient globuleux (*d*, fig. 29) et peut s'éloigner de la paroi cellulaire. Quelquefois la production des granulations cessant de bonne heure dans le mamelon protoplasmique originel, le grain multiple qui en résulte en s'éloignant de l'utricule protoplasmique, paraît attaché à celle-ci par un court pédicelle (*c*, fig. 29). Dans quelques circonstances rares aussi la production possède la figure indiquée en *f*, fig. 29; elle semble formée de deux étages ou de deux grains superposés. C'est sans doute lorsque la sécrétion granuleuse, lente d'abord, se fait ensuite avec plus de promptitude au contact de l'utricule protoplasmique.

Une fois isolés, les grains multiples ainsi formés continuent de grossir par l'accroissement de chacun des granules qui les constituent, et peut-être aussi par la naissance de nouveaux granules entre les premiers développés; car il m'a semblé plusieurs fois que les grains multiples, quelque temps après leur éloignement de

la paroi cellulaire, contenaient plus de granules qu'ils n'avaient dû en renfermer à l'époque de leur séparation de la paroi. C'est au moins ce que paraissait indiquer leur comparaison avec des grains voisins, mais plus jeunes. Ce que je dis là n'est point particulier au *Phytolacca esculenta;* cela s'applique à toutes les plantes dont l'amidon présente ce mode de développement.

Ainsi, quand la sécrétion protoplasmique qui doit produire ces grains multiples est limitée à de petits espaces, chacune des petites éminences produit un grain multiple globuloïde séparé (*Phytolacca esculenta*, *Silene fimbriata*, *Rivina lævis*, *Blitum capitatum*, *Beta vulgaris*, etc.). Quand cette sécrétion occupe une grande surface, sans interruption, la couche qu'elle constitue se divise en un nombre variable de parties qui deviennent autant de globules ou grains multiples libres dans la cellule (*Amarantus sylvestris*, *Obione sibirica*, *Portulaca oleracea*, *Claytonia perfoliata*, etc.). D'autres fois les couches sécrétées, étant moins étendues, se détachent tout d'une pièce et forment alors des petites masses ovoïdes, fusiformes ou parfois même à peu près cylindriques, qui se répandent aussi dans la cellule (*Lychnis dioica*, *sylvestris*, *noctiflora*, *Portulaca oleracea*, etc.). Le *Lychnis dioica* surtout est fort remarquable sous ce rapport. J'y ai trouvé des productions cylindracées fort grandes. Les unes étaient assez grêles dans toute leur étendue (pl. 8, fig. 11 et 12); d'autres étaient un peu renflées à une extrémité (fig. 10); quelques autres l'étaient dans leur partie moyenne (pl. 8, fig. 9); il y en avait de beaucoup plus courtes (fig. 6, 7, 8); quelques-unes même étaient tout à fait globuleuses (fig. 4, 5). On voit en *p*, *p*, aux figures 1 et 2 de la planche 8, le commencement de leur sécrétion; tandis que la figure 3 montre une cellule chez laquelle les productions se pressaient à sa surface interne de manière à la couvrir entièrement.

Quelques cellules de l'albumen du *Lychnis sylvestris* sont aussi figurées à la planche 8. Elles offrent également des productions allongées, cylindriques ou fusiformes (fig. 15 et 16, *a*, *b*, *c*), seulement elliptiques ou globuleuses dans les figures 17 et 14, *a*, *a*.

L'albumen du *Portulaca oleracea* présente des phénomènes ana-

logues, mais généralement les grains multiples y sont moins allongés. Cependant il y en a de fusiformes très remarquables. J'en ai vu qui étaient attachés à l'utricule protoplasmique par de longs pédicelles fort grêles, comme le montre la figure 23 de la planche 8, en *d*.

Les figures 18, 19 et 20, pl. 8, qui représentent des cellules de l'albumen du *Lychnis noctiflora*, sont intéressantes en ce qu'elles font bien voir la division de la production protoplasmique originelle. Dans la figure 18, *p*, la couche est indivise; dans la figure 19, *p*, elle commence à se diviser; elle est tout à fait partagée dans la figure 20, en *p*, *a*, *p*. On observe aussi dans cette plante des grains multiples fusiformes, elliptiques ou globuleux (pl. 8, fig. 21 et 22).

Par ce qui précède, on voit que l'albumen de plusieurs familles de plantes présente ce mode de développement de l'amidon. J'aurais pu multiplier beaucoup mes exemples, car chez les Phytolaccées, les Chénopodées, les Amarantacées, les Caryophyllées et les Portulacées, parmi les nombreuses espèces que j'ai examinées, je n'en ai pas rencontré une qui ne présentât pas cette sorte de grains agrégés ou multiples. Je les ai retrouvés aussi chez quelques Nyctaginées, telles que le *Boerhavia scandens*, les *Oxybaphus chilensis* Desf., *Cervantesii* DC., *ovatus* Vahl., *viscosus* Bot. R., le *Mirabilis longiflora* L.; mais dans ces dernières plantes, je n'ai pas eu l'occasion d'en suivre le développement. Cependant, d'après ce que j'ai observé dans le *Mirabilis longiflora* à la maturité, et ce que j'ai décrit du *Mirabilis Jalapa*, j'ai lieu de croire qu'une partie seulement de la couche sécrétée au pourtour de la cellule, et accrue par la végétation, est transformée en grains agrégés ou multiples; tout le reste ne produirait que des granules isolés.

Les Pipéracées offrent également des grains en apparence semblables, nés selon toute probabilité de la même manière. Chez les Graminées, des grains multiples analogues, formés, ainsi que je l'ai dit de ceux du *Festuca unioloides*, sont extrêmement fréquents. Dans cette dernière famille, il existe souvent aussi des grains composés vrais, dont il est fort difficile de les distinguer à l'état adulte,

comme on le verra par la suite. J'ajouterai ici seulement quelques mots relatifs à ces grains multiples des Graminées. Je ferai remarquer d'abord que les conditions de leur développement ne sont pas tout à fait identiques avec celles des grains multiples des Phytolaccées, des Chénopodées, des Amarantacées, des Caryophyllées et des Portulacées. Car, chez ces dernières familles, c'est la couche ou la sécrétion protoplasmique tout entière qui se transforme en ces petites masses, dans lesquelles naissent les granules amylacés constituant les grains multiples; tandis que, chez les Graminées, les globules muqueux qui les produisent naissent au milieu de la couche protoplasmique proprement dite, parmi d'autres granulations beaucoup plus petites qui deviennent des grains d'amidon simples, avec lesquelles granulations ils n'ont du reste aucune ressemblance. Aussi le grain multiple qui résulte de chacun de ces globules, à part l'origine que je viens de signaler, me paraît avoir un mode d'évolution différent. Ce qui m'engage à penser ainsi, c'est ce que j'ai observé dans plusieurs de ces grains chez diverses Graminées. Malgré tous les efforts que j'ai faits, je n'ai pu trouver de membrane enveloppante dans les grains multiples des *Festuca*, et d'une multitude de grains semblables de beaucoup de plantes de la même famille. Quand ces grains sont bien développés et adultes, ils ont tous l'aspect de ceux des Phytolaccées, des Chénopodées, etc.; ils sont de même composés, dans toute leur épaisseur, de nombreux granules très pressés les uns contre les autres, que la compression a rendus anguleux. Ces granules ne laissent aucun vide au centre du grain multiple. Cela se comprend très bien dans les familles que je viens de citer, puisque, ainsi que le fait voir la figure 27 de la planche 7, la sécrétion des granules amylacés occupe dans le principe la partie moyenne de la production protoplasmique. En étudiant le *Festuca unioloides*, les granulations m'ont paru avoir dans le globule muqueux la même disposition que dans les jeunes grains multiples des Chénopodées, des Caryophyllées ou des Amarantacées, etc., après leur éloignement de la membrane cellulaire; mais dans les semences mûres de certaines Graminées, ces grains, en apparence composés, ne sont pas pleins de granules; car, lorsqu'on les traite par l'iode

pour les bleuir, et ensuite avec précaution par l'acide sulfurique ou une solution de chlorure de zinc, on voit ces grains multiples se gonfler et se déchirer. On s'aperçoit alors qu'ils sont vides de granules vers le centre, et qu'ils ne semblent constitués que par une couche périphérique de petits polyèdres bleuis, plus ou moins déprimés, paraissant avoir chacun une petite cavité centrale après leur gonflement. Ces granulations polyédriques ont une disposition analogue à celle qu'affecteraient des grains d'amidon très pressés à la périphérie interne d'une cellule, et cependant il m'a été impossible, je le répète, de constater l'existence d'une pellicule enveloppante.

J'ai observé cette structure chez des grains du *Festuca geniculata*, du *Lamarckia aurea* et autres espèces, qui ont ces grains multiples très petits, et formés de granules fort ténus ; mais, chez toutes les Graminées à grains multiples de petite dimension, ceux-ci ne sont pas conformés de cette manière. Ainsi, dans le *Lagurus ovatus* et autres Graminées, les grains multiples, quoique petits, sont pleins de granules comme les plus volumineux. Cette différence tient assurément à ce que la production des granules cesse de bonne heure dans quelques plantes, et peut-être à ce que, dans les Graminées qui présentent ces sortes de grains, elle commence à la périphérie du globule muqueux ou de la vésicule, si vésicule il y a. Dans le *Phalaris paradoxa* et quelques autres plantes, j'ai trouvé des grains multiples, en apparence de même nature que les précédents, mais qui semblaient nés de la division en deux d'un globule ou d'une vésicule mère, bien que, nulle part, j'aie pu me convaincre de la présence d'une membrane.

La difficulté de la distinction des grains multiples, tels que je viens de les décrire, et des grains composés vrais, qui existent aussi dans certaines plantes de la famille des Graminées, est très grande et même souvent impossible ; ce n'est qu'à l'origine de leur développement que l'on peut distinguer avec certitude les grains multiples des grains composés vrais, formés par la division d'un grain primitivement simple. Cependant je crois pouvoir dire que, toutes les fois qu'un grain en apparence composé est formé d'un

grand nombre de granules fort petits, il est très probable que l'on a sous les yeux un grain multiple.

Je vais aborder maintenant un autre type de formation de l'amidon. Il est présenté d'une manière fort instructive par plusieurs Phaséolées, bien qu'on le retrouve aussi dans beaucoup d'autres plantes. Dans l'embryon des *Phaseolus vulgaris*, *Vicia pisiformis*, etc., etc., dans le péricarpe du *Cytisus Laburnum*, etc., des grains simples commencent aussi dans la couche protoplasmique; ils paraissent même naître de l'utricule protoplasmique à laquelle ils adhèrent, ainsi que nous l'avons vu avec certitude pour d'autres vésicules. Ils forment d'abord, à la périphérie interne de la cellule, des petites éminences en forme de grain d'orge, un peu renflées du côté interne et colorées en vert (pl. 6, fig. 29 et 38 *a*, *a*). Arrivés à un certain degré de développement, ils se détachent de la paroi, et continuent de se développer au milieu du liquide cellulaire. Ces grains verts très jeunes, au moment où ils deviennent libres, par exemple, sont entourés d'une membrane vésiculaire qui ne se colore pas par l'iode (pl. 6, fig. 30, 31, 35, 39, 40, 41 et 42), tandis que son contenu prend une belle couleur bleue plus ou moins violacée. Ce phénomène se dessine surtout très bien dans les cellules des cotylédons du *Phaseolus vulgaris*, qui a fourni les figures 29 à 37, planche 6, et celles du *Vicia pisiformis*, qui a donné les figures 38 à 42. Là, au moment où les grains se détachent, la matière amylacée ne remplit souvent pas complétement la vésicule; elle est distribuée au pourtour de celle-ci en une couche épaisse, comme un plasma qui laisse dans l'axe longitudinal de la vésicule un espace libre (pl. 6, fig. 36), lequel est souvent plus prononcé à la partie supérieure du grain (fig. 32), c'est-à-dire à l'extrémité qui est devenue libre la première, et qui pour cela est plus renflée, plus arrondie que celle qui est restée fixée plus longtemps. Le grain, en effet, demeure souvent attaché à la paroi pendant quelque temps par un de ses bouts (pl. 6, fig. 29, *b*), qui alors reste plus longtemps atténué que l'autre, et forme une sorte de petit bec, un véritable *hile*, comme l'indiquent en *h* les figures 30, 31, 32, 35 et 36 de la même planche, obtenues du *Phaseolus vulgaris*. La forme

originelle de ces grains et de beaucoup d'autres prouve donc combien est vaine l'opinion généralement admise par les anatomistes, et en particulier par MM. Payen, Hugo Mohl et Nägeli, qui prétendent que toujours les grains d'amidon sont globuleux à l'origine.

La matière contenue dans ces vésicules amylifères du *Phaseolus vulgaris* et du *Vicia pisiformis*, etc., est liquide au premier âge; puis elle se condense près des parois, qu'elle tapisse de la couche signalée plus haut, laquelle couche, en s'épaississant, remplit plus tard la cavité tout entière. Quand le plasma amylacé est encore liquide, comme il l'était dans les jeunes vésicules du *Phaseolus* que représentent les figures 30 et 31, planche 6, il existe souvent au sommet un petit espace qui n'est pas occupé par le liquide bleuissant sous l'influence de l'iode; cet espace demeure incolore après l'addition du réactif, comme s'il était plein d'eau. Ordinairement aussi la base *h* des jeunes vésicules n'a pas la propriété de se colorer en bleu.

Dans le *Lathyrus ensifolius*, j'ai remarqué que chez certaines vésicules, et dans certaines parties de l'embryon que j'avais sous les yeux, la substance bleuissant par l'iode était moins abondante encore que dans les précédentes; au lieu de former, comme dans l'embryon du *Phaseolus*, une couche épaisse autour de la vésicule, elle ne constituait qu'un ou deux petits corpuscules globuloïdes, n'occupant souvent qu'une partie minime de la capacité de la vésicule; le reste de la cavité était rempli par de la matière colorante verte (pl. 6, fig. 18 à 28). Ces petits globules n'affectaient pas toujours la même position dans cette cavité. Lorsqu'il n'y en avait qu'un, il était placé soit à une extrémité (pl. 6, fig. 24), soit vers le centre (fig. 26, 27); quand il y en avait deux, ils étaient fréquemment situés à chacune des extrémités (fig. 23 et 25). Chez d'autres vésicules, le globule était plus volumineux, et remplissait plus ou moins complétement la cavité (fig. 18, 19, 20). Chez le plus grand nombre enfin, l'intérieur de la vésicule était entièrement occupé par la substance amylacée.

Comme l'amidon contenu dans les vésicules du *Phaseolus*, etc., est d'abord à l'état liquide, il n'a pas de pellicule qui lui soit

propre; et comme un peu plus tard il a tout l'aspect de la couche protoplasmique répartie autour de la cellule ou de certaines vésicules, ces faits semblent démontrer une transition entre le grain d'amidon, ou vésicule amylacée proprement dite, et la vésicule chlorophyllienne. Dans celle-ci, le protoplasma serait coloré; dans l'autre, il serait amylacé, et nous verrons plus loin qu'il peut être plus ou moins riche en amidon. Je n'ai pas besoin d'ajouter que, dans beaucoup de grains de chlorophylle nés de la même manière, il se développe ainsi un ou plusieurs grains d'amidon.

Le même phénomène à peu près m'a été offert par de jeunes rhizomes de *Typha latifolia*. Au sommet d'un jeune rameau, les cellules se multiplient par division, ainsi que celles des jeunes feuilles. Ces cellules n'avaient pas de nucléus; elles contenaient bien quelquefois une petite masse protoplasmique, mais celle-ci se dissipait de bonne heure. Du pourtour de ces jeunes cellules naissaient des petits grains d'amidon incolores, attachés à l'utricule protoplasmique, comme ceux de l'embryon du *Phaseolus vulgaris*, etc. Ils formaient d'abord des petites éminences plutôt hémisphériques qu'allongées, ou même aussi larges que longues, qui ne bleuissaient pas par l'iode dans le principe, et qui ne prenaient ordinairement qu'une teinte brunâtre voisine du chocolat (pl. 6, fig. 5, *a*). Un peu plus tard, un petit point qui devenait noir, ou mieux bleu foncé sous l'influence de l'iode, apparaissait au milieu (pl. 6, fig. 5, *b*). Ce point, après avoir grandi, prenait une teinte bleue plus claire dans les mêmes circonstances.

Plus bas sur le rhizome, il naissait de la même manière, mêlées aux précédentes, et offrant le même aspect qu'elles avant l'action de l'iode, des petites éminences qui ne se coloraient pas en chocolat comme les premières; elles jaunissaient, et quand elles avaient grandi un peu, elles contenaient sur le côté de leur cavité un petit globule qui bleuissait très légèrement ou qui restait incolore. Un peu plus bas encore sur la tige, à 3 ou 4 centimètres du sommet, il n'y avait pas d'amidon dans les cellules, il n'y avait plus que quelques petites vésicules jaunissant par l'iode (pl. 6, fig. 11, *v*) avec leur petit globule bleu clair ou incolore. A environ 6 centimètres de l'extrémité supérieure du même rhizome,

les cellules contenaient des vésicules plus grandes qui se détachaient de la paroi ; elles étaient globuleuses ou elliptiques, quelquefois encore un peu aiguës aux deux bouts. Les globuleuses avaient 0,005 de diamètre, et les elliptiques, ou allongées, 0,005 sur 0,0025. Elles devenaient jaune brunâtre par l'iode, et les deux petits globules qu'elles contenaient ordinairement prenaient une teinte orangée.

Des parties plus âgées du rhizome renfermaient, éparses dans les cellules, des vésicules plus grandes munies de plusieurs granules libres dans leur intérieur (la figure 10, planche 6, représente une de ces vésicules). Les granules ne bleuissaient pas par l'iode au commencement ; mais devenus plus âgés, ces granules prenaient une couleur brunâtre sous l'influence du réactif ; puis, un peu plus tard encore, un point noir ou bleu foncé apparaissait au milieu, tandis que le pourtour ou l'enveloppe de ce grain (non la vésicule mère) était couleur chocolat (pl. 6, fig. 10). Il arrive assez fréquemment que ces vésicules renferment de jeunes grains composés, comme ceux qui sont indiqués par les figures 12, 13, 14 et 15, planche 6. A un âge plus avancé, la vésicule mère étant résorbée, ces divers grains sont libres dans la cellule. Ainsi, il y avait dans les cellules du sommet de ce jeune rhizome de *Typha*, d'abord des éminences toutes de même nature, donnant toutes de l'amidon qui se répandait dans les utricules ; un peu plus bas, l'amidon ne s'était pas développé chez quelques-unes des vésicules ; chez les cellules un peu plus âgées, l'amidon avait déjà disparu pour les progrès de la végétation ; il ne restait dans les cellules que les vésicules qui n'en avaient pas produit ; enfin, dans la partie la plus âgée de ce jeune rhizome, les vésicules devenues libres transformaient en amidon leurs quelques petits globules, d'abord non colorables en bleu par l'iode (1).

Dans la patate (*Batatas edulis* Chois.), l'amidon commence à se montrer dans les cellules étroites qui avoisinent les vaisseaux ; il n'apparaît qu'un peu plus tard dans les cellules corticales. Dans

(1) Dans les parties du rhizome âgées d'un an ou deux, toutes les cellules remplies d'amidon, s'isolent les unes des autres sous le tranchant du rasoir.

ces cellules étroites du système central, l'amidon naît au contact de la paroi sous la forme de grains primitivement simples en apparence (pl. 10, fig. 51, *b*); mais bientôt, de même que nous l'avons vu dans beaucoup de vésicules à matière colorante, le grain primitif se montre vésiculaire en grandissant (fig. 51, *a*, *a*). Sa substance intérieure est partagée au pourtour de la vésicule en deux, trois, quatre, cinq ou six petites masses unies par une membrane, souvent très nettement apparente, quoique très mince (pl. 10, fig. 53 à 60). Quelquefois, bien qu'on ne l'aperçoive plus, les petites masses ou grains sont encore rapprochés dans la position qu'ils occupaient dans la vésicule mère. Ce sont sans doute de tels grains qui ont fourni à M. Crüger un argument qu'il crut en faveur de sa théorie sur la formation des grains composés. M. Crüger, n'ayant pas aperçu la vésicule, a pensé que ces grains étaient réunis par ce qu'il appelle de la *substance de transition*. Ces grains isolés dans la vésicule, comme ceux de certaines vésicules chlorophylliennes, grossissent ainsi rapprochés, et donnent l'aspect de grains composés. C'est ainsi que me paraissent s'être développés les grains représentés par les figures 62 et 68 de la planche 10. Cependant il y a dans la patate beaucoup de grains d'amidon composés véritables ; ils naissent, surtout dans l'écorce, quelquefois même de la division de grains simples qui ont déjà un assez grand volume, ainsi que nous le verrons en parlant de la multiplication des grains d'amidon.

J'ai étudié aussi dans le *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinella*, des vésicules assez nombreuses quelquefois, et contenant chacune jusqu'à sept très petits granules amylacés (pl. 3, fig. 6, *b*, *b*). Voici dans quelles circonstances je les ai observées : Il y a dans le fruit de ce *Cucurbita*, au-dessous de la couche épidermique incolore, une zone épaisse de seize à dix-huit petites cellules en profondeur, qui contiennent de la matière colorante jaune vers le tiers inférieur du fruit, et de la matière colorante verte au-dessous de la surface de tout le reste de ce fruit. Sous cette zone colorée, en est une autre de cellules beaucoup plus grandes et à parois ponctuées. Plus à l'intérieur encore sont des cellules parenchymateuses ordinaires, qui ne renferment que très peu d'amidon sous le tissu

coloré en jaune, mais qui en contiennent davantage sous celui qui est coloré en vert. Ces grains d'amidon sont globuloïdes, et ordinairement simples dans cette partie du fruit, et à l'époque à laquelle les vésicules existent, ces grains, ai-je dit, sont assez nombreux sous la partie verte et très rares sous la partie jaune; mais dans cette dernière ils sont remplacés par des vésicules d'égale dimension, qui ne renferment que trois, quatre, cinq, six ou sept très petits granules amylacés. Ces vésicules paraissent naître au pourtour de la cellule, et ne se disperseraient dans l'intérieur que quand leur développement est assez avancé. Évidemment ces vésicules, qui tiennent ici la place que les grains d'amidon occupent sous la partie verte, sont des organes correspondants, de semblable origine, qui n'en diffèrent qu'en ce que, de même que dans les vésicules du *Vicia pisiformis* représentées par les figures 18 à 28 de la planche 6, l'amidon ne s'y est pas développé en quantité suffisante pour les remplir, et en proportion aussi considérable que dans les vésicules de la partie verte du fruit, qui, étant pleines, ne laissent plus apercevoir leur membrane. Cette manière de voir est encore appuyée par cela que, parmi ces vésicules de la partie jaune, sont mêlées quelques autres, qui parfois sont presque complétement remplies de matière amylacée (pl. 3, fig. 6, *f*).

Tout en donnant naissance à des grains d'amidon à la périphérie de la cellule, le protoplasma s'étend quelquefois dans le liquide cellulaire, où il semble se délayer. En examinant avec attention à cette époque le pourtour de la cellule, on y remarque que la couche protoplasmique, qui d'abord était homogène ou seulement très finement granuleuse, et qui paraissait assez compacte, perd de sa densité et en même temps son homogénéité; elle contient des granules un peu plus volumineux, et elle semble se distendre dans le suc de la cellule comme un mucus qui serait pénétré par le liquide environnant. Dans d'autres cas, on n'aperçoit seulement que la disparition de l'homogénéité du protoplasma et l'avénement des granulations, qui se répandent de bonne heure dans le centre de la cellule. Il arrive parfois aussi que le proto-

plasma, ayant moins de densité dès le principe, se délaye dans le contenu de la cellule à mesure que celle-ci s'étend, en sorte qu'il est rare, dans les organes qui présentent ordinairement ce phénomène, de trouver une épaisse couche de protoplasma à la périphérie de quelques cellules. C'est dans ces diverses circonstances, c'est-à-dire quand le protoplasma est ainsi répandu dans l'intérieur de la cellule, que l'on y voit naître librement les granules d'amidon. C'est dans ces circonstances aussi que l'on remarque, dans les cellules de certaines plantes, que l'amidon naît en même temps dans toutes les parties du liquide et autour du nucléus, quand celui-ci concourt à sa production, ainsi que nous allons le voir tout à l'heure.

Ce dernier phénomène de la naissance de l'amidon simultanément dans le liquide cellulaire et à la surface du nucléus s'observe bien dans l'albumen du *Zea Mays*. Cependant on remarque quelquefois que, dans certaines cellules de cet albumen, l'apparition de l'amidon commence dans toutes les parties du liquide avant de se montrer sur le nucléus, et que, dans des cellules voisines, l'amidon est déjà abondant autour du nucléus, et ses granules assez gros, quand on n'en remarque aucune trace encore dans les autres parties de la cellule. La figure 42 de la planche 8 représente une cellule du Maïs, dans laquelle l'amidon était déjà très développé à la surface du nucléus, en *a*, quand on n'en voyait pas encore dans le liquide environnant ; mais, je le répète, le cas contraire est fréquent aussi, et l'on rencontre souvent les deux états dans des cellules entremêlées.

Il arrive parfois aussi que le protoplasma, au lieu d'être réparti principalement autour de la cellule et du nucléus, est étiré en filaments qui rayonnent du nucléus dans toutes les directions, et vont se terminer à la périphérie de la cavité utriculaire. Quand cette distribution du protoplasma a lieu, c'est dans ces filaments que j'ai vu commencer l'apparition de l'amidon. Les cellules de l'albumen de l'*Emex spinosus* fournissent de beaux exemples de cette modification (pl. 1, fig. 10; pl. 8, fig. 43). Elles sont aussi favorables à l'étude du développement de l'amidon dans l'intérieur

du nucléus; mais avant de parler de cet intéressant phénomène, examinons la formation des grains amylacés autour de la vésicule nucléaire.

Autour de cette vésicule, il se forme des grains simples dans les cellules de l'albumen du *Zea Mays*, dans celles de l'enveloppe interne de la semence du *Ricinus communis*, dans celles des tubercules de l'*Orchis planifolia* (pl. 8, fig. 41, *e*, *f*), etc., etc.; ou bien, dans les utricules de l'albumen de l'*Arum italicum*, du *Tradescantia subaspera*, etc., il se forme des grains multiples assez semblables à ceux qui ont été indiqués précédemment au pourtour des cellules de l'albumen des *Phytolaccées*, des *Chénopodées*, etc.

Chez quelques plantes de cette catégorie, c'est-à-dire chez lesquelles l'amidon naît autour du nucléus, cet amidon apparaît d'abord dans la petite quantité de protoplasma qui entoure le nucléus (*Arum*, *Orchis*, etc.); chez les autres, il paraît dû seulement aux excrétions du nucléus.

Voici, pour le premier cas, ce qui se passe dans l'albumen de l'*Arum italicum* L. On remarque parfois à côté de cellules chez lesquelles le protoplasma existe encore sur toute la périphérie interne, comme dans celle qui est représentée par la figure 24 de la planche 8 en *p*, d'autres cellules dont le protoplasma disparaît d'abord au pourtour, après être devenu finement granuleux, comme l'indique en *p* la cellule *A* de la figure 25, pl. 8. Le protoplasma qui environne le nucléus *n* ou qui l'avoisine paraît seul persister (pl. 8, fig. 26); alors se manifeste dans ce protoplasma une sorte de végétation déjà annoncée par la protubérance *a* de cette figure 26. Dans les figures 27, 28, 34 et 35, pl. 8, de semblables protubérances, formées par une sorte de gonflement du protoplasma devenu granuleux, environnent la base du nucléus ou le nucléus lui-même. Ces protubérances se délimitent peu à peu, s'isolent sous la forme de grains composés d'une multitude de granulations d'abord très fines. Ce sont de tels grains que montre la cellule *B* de la figure 25, pl. 8. Ces grains multiples sont représentés là encore jeunes, ayant leurs granules composants encore fort petits. Dans les figures 29, 30 et 31, pl. 8, au contraire, ils sont représentés à l'état parfait. Pendant leur dévelop-

pement, le nucléus grossit, et atteint des dimensions assez considérables; j'en ai mesuré qui avaient 3 centièmes de millimètre de diamètre. Ces nucléus paraissent grossir en raison de la quantité d'amidon qui les enveloppe et qu'ils semblent nourrir, ou au moins à la nutrition desquels ils concourent selon toute apparence.

Des grains multiples semblables à ceux de l'*Arum*, naissent autour du nucléus dans les cellules de l'albumen du *Tradescantia subaspera*, etc., ainsi que le montre la figure 39 de la planche 8. Dans la figure 41 tirée du tubercule de l'*Orchis planifolia*, et dans la figure 42 obtenue de l'albumen du Maïs, ce sont des grains simples qui entourent le nucléus. Dans la cellule *c* de la figure 41, pl. 8, l'amidon est déjà avancé dans le protoplasma qui entoure la base du jeune nucléus; il s'en est aussi développé dans le protoplasma de l'autre côté de la cellule en *g*.

Dans les cellules de la tige du *Vanilla planifolia*, ainsi que je l'ai dit en traitant du nucléus et de la chlorophylle, celle-ci et l'amidon naissent également autour de la vésicule nucléaire (pl. 6, fig. 44, *a*, *b*, *c*; fig. 45, *a*, *b*). J'ai décrit le mécanisme de l'excrétion par le nucléus de cette plante, l'apparition de grains verts près de la circonférence de la tige, et de grains blancs dans les cellules plus centrales; les uns et les autres sont d'abord simples, puis ils deviennent composés et bleuissent au contact de l'iode. Il est donc inutile de m'y arrêter davantage.

Chez plusieurs autres plantes, l'amidon paraissait aussi avoir été sécrété en partie par le nucléus; mais le phénomène n'est pas toujours bien évident. Parmi ces plantes, le *Viscum album* mérite d'être signalé. Dans les cellules de ses jeunes rameaux (pl. 6, fig. 16), le nucléus *n* est entouré de corpuscules de consistance molle, dont la forme est globuloïde, allongée, ou même parfois bifurquée *a*, *b*. Ceux qui sont encore appliqués à la surface du nucléus semblent en émaner; ils sont, en outre, intéressants par leur végétation propre indiquée par la division de ceux qui sont allongés. De semblables corpuscules globuleux ou allongés, et végétant de la même manière, naissent du protoplasma périphérique. Celui qui est représenté en *c* était surtout très remarquable. Inséré sur

l'utricule protoplasmique par un pédicule étroit et court, il s'allongeait en s'épaississant progressivement, et présentait plusieurs indications de division transversale. Ces grains périphériques, et ceux qui entourent le nucléus, sont incolores ou jaune pâle, et ne bleuissent pas par l'iode quand ils sont trop jeunes, quoique déjà d'un certain volume ; mais, un peu plus tard, ils prennent par ce réactif une teinte très légèrement violacée qui se manifeste d'abord vers le centre, et qui s'étend ensuite sur le grain entier en prenant plus d'intensité.

J'ai observé une telle substance semi-fluide, qui m'a offert les mêmes réactions dans l'embryon du *Lathyrus latifolius*. Cette matière est très abondante dans les cellules de plusieurs Phaséolées, où je l'ai surtout remarquée au moment de l'apparition de l'amidon, à la formation duquel elle paraît concourir, bien que j'aie rarement observé la transition avec la même netteté. Elle est en petites masses ou gouttelettes de formes très irrégulières, jaune pâle, qui semblent n'avoir rien de commun avec la production de l'amidon, et d'autant moins qu'elles sont ordinairement plus volumineuses que les jeunes grains qui sont nés de l'utricule protoplasmique. Malgré cela, j'ai vu très nettement, et chez plusieurs embryons du *Lathyrus ensifolius*, etc. (pl. 6, fig. 17), ces corps bleuir, à tous les degrés d'intensité, sous l'influence de la solution iodée. De plus, cette matière ne laisse aucune trace de son existence quand il ne se produit plus de nouveaux grains amylacés. Comme je ne l'ai vue se colorer en bleu par l'iode que chez un petit nombre de plantes, je la recommande à l'attention des anatomistes. Cette substance est sécrétée par le protoplasma périphérique, tandis que les grains d'amidon entourés de chlorophylle, dont j'ai parlé plus haut, émanent directement de l'utricule protoplasmique elle-même ; de là, sans doute, les deux apparences qu'affecterait la substance amylacée à son avénement dans les cellules des plantes que je signale ici.

C'est sans doute à une production périphérique, voisine des précédentes, qu'il faut attribuer l'amidon amorphe signalé dans les cellules épidermiques des *Ornithogalum*, etc., et que j'ai surtout observé dans l'épiderme du fruit de l'*Ornithogalum pyrenaicum*,

vers la périphérie des cellules. Je n'ai point vu la couche de cet amidon nettement limitée, et plus tard il paraît avoir envahi toute la cavité de certaines cellules. Au commencement de l'action de l'iode, la coloration est d'un beau rose qui passe peu à peu à l'indigo le plus foncé. C'est aussi à une sécrétion de même genre que se rattache la naissance de la couche mucilagineuse amylacée que j'ai observée dans une racine d'*Aristolochia*, ou peut-être de *Menispermum* indéterminé, et que j'ai représentée par la figure 72, *a*, *b*, de la planche 6. Cette couche, ai-je dit, est souvent très épaisse, et n'occupe fréquemment qu'un côté de la cellule comme en *b*. Elle est toujours parfaitement homogène, et nettement délimitée vers l'intérieur de la cellule. De ce côté, elle est mamelonnée à sa surface dans bon nombre de cellules, ce qui est un indice de division en grains assez volumineux. Dans d'autres cellules, la division est plus avancée; chez d'autres encore, elle est complète. Je possède en ce moment des préparations qui montrent cette couche divisée en polyèdres, séparés par une ligne diffuse et blanchâtre après la coloration par l'iode. Chacun de ces polyèdres porte au centre l'indice d'une petite cavité; c'est là ce que j'ai représenté dans la figure 73, pl. 6. La figure 74 fait voir de profil une telle couche divisée en grains déjà arrondis. On trouve aussi dans beaucoup de cellules, et adhérents à la paroi par leur base élargie, d'assez gros mamelons amylacés, isolés et distants les uns des autres. Là évidemment la sécrétion amylacée avait été moins abondante, et n'avait recouvert çà et là que des parties très limitées de la périphérie interne de l'utricule protoplasmique. Ce phénomène ne diffère donc des précédents que du plus au moins. Dans cette racine, la sécrétion amylacée a lieu ordinairement sur des étendues souvent considérables; dans les autres plantes que j'ai étudiées, elle s'effectue sur des points très limités de la couche périphérique. Dans notre racine, toute la couche ou substance sécrétée, quelle que soit son étendue, est amylacée; dans les autres plantes, des particules de la sécrétion deviennent seules amylacées, soit que ces particules soient réunies en grains multiples, soit qu'elles constituent des grains libres tout à fait isolés les uns des autres.

Tous ces faits tendent à prouver que la substance des grains d'amidon est toujours liquide dans le principe, ou tout au moins de consistance molle.

Pour terminer ce que j'avais à dire de la naissance de l'amidon granuleux ou de la vésicule amylacée, il ne me reste plus qu'à parler de l'amidon qui naît dans les vésicules nucléaires. Les plus beaux exemples m'en ont été donnés par les nucléus des cellules du péricarpe du *Tradescantia subaspera*, et par ceux des cellules de l'albumen de l'*Emex spinosus*.

Dans les cellules du péricarpe du *Tradescantia*, les vésicules nucléaires étaient pleines d'une matière granuleuse, qui le plus souvent jaunissait par l'iode ; mais chez quelques-unes, les granules devenaient d'un beau bleu intense après l'addition du réactif. Dans l'albumen de l'*Emex spinosus*, la coloration bleue se propageait de la circonférence du nucléus au centre, de sorte que les granules de la périphérie bleuissaient déjà dans certains nucléus, lorsque ceux du milieu jaunissaient encore. J'ai remarqué aussi dans certaines cellules de cet *Emex* que la membrane nucléaire enveloppante disparaissait après la formation de l'amidon, et que les grains pouvaient alors se répandre dans la cellule, et se mêler à ceux qui étaient nés dans la cavité utriculaire proprement dite.

Structure et accroissement des grains d'amidon.

Nous avons vu, par le résumé historique qui précède, que les anatomistes sont partagés en deux camps relativement à la nature et à l'accroissement du grain d'amidon. Les uns le regardent comme une masse entièrement solide, composée de couches concentriques entourant un noyau compacte central, et jamais pourvue d'une cavité contenant un liquide plus ou moins épais ; les autres le considèrent comme une vésicule ayant des parois stratifiées, qui limitent une cavité dans laquelle est un contenu liquide.

A la première opinion se rangent MM. Fritzsche, Treviranus, Meyen, Schleiden, Al. Braun, Unger (1846), Schacht, Crüger,

Henfrey, Payen et Nägeli (1). Mais ces savants soutiennent deux théories bien différentes ; car les uns, groupés autour de M. Fritzsche (ce sont MM. Treviranus, Meyen, Schleiden, Al. Braun, Crüger, Schacht et Henfrey), admettent que le grain d'amidon s'accroît par la production de couches qui se superposent successivement et concentriquement autour d'un noyau primitif, et qui donnent lieu ainsi à un accroissement centrifuge ; les autres, c'est-à-dire MM. Payen et Nägeli, reconnaissent que le grain, entièrement solide, d'abord homogène, est extensible, dilatable, qu'il s'accroît par l'introduction dans son intérieur de la substance amylacée qu'il dispose en couches concentriques, se développant de la circonférence au centre.

A la seconde opinion, qui veut au contraire que le grain d'amidon soit un corps comparable à la cellule, se rangent MM. Sprengel, Raspail, Münter, Quekett, Reissek, Allman, Unger (1855) et Hartig ; mais il est évident, par la lecture de ce qu'ils ont écrit, que leur avis est basé sur une connaissance vague ou très incomplète du sujet, sur l'observation de quelques grains binaires ou ternaires qui rappellent la multiplication utriculaire, et sur celle de la petite cavité souvent apparente dans les grains d'amidon, ou sur la simple dissolution de la substance intérieure sous l'influence de la putréfaction ou d'un agent chimique.

Cette connaissance imparfaite du grain d'amidon autorisait M. Hugo Mohl à dire, en 1850, dans son *Vegetabilische Zelle*, qu'il n'y a rien de connu sur l'accroissement de l'amidon, que la disposition concentrique des couches et leur consistance même ne prouvent rien, que ce sont là des arguments qui ne sont pas plus en faveur d'une théorie que de l'autre.

Il est cependant très important de déterminer si le grain d'amidon est toujours un grain solide, ou s'il est une vésicule analogue à celles qui ont été décrites dans ce travail, une vésicule comparable, par conséquent, aux cellules proprement dites. Ce n'est pas là une discussion reposant seulement sur des mots, quand

(1) *Note.* — MM. Payen et Nägeli, qui admettaient autrefois une cavité centrale (M. Nägeli reconnaissait même la nature vésiculaire du grain d'amidon en 1847), abandonnent cette opinion dans leurs travaux les plus récents.

même on admettrait avec MM. Payen et Nägeli que les couches se forment de la circonférence au centre. La philosophie de la science y est intéressée, puisque la connaissance des vésicules étend les limites de l'unité de composition des végétaux.

Pour arriver à la démonstration de cette vérité, je ferai d'abord quelques remarques sur les théories de MM. Fritzsche et Crüger; je passerai ensuite à la description de mes observations qui prouveront le peu de fondement de la dernière opinion de MM. Nägeli et Payen.

La théorie de Fritzsche est fondée sur l'observation de grains semblables à ceux qui sont représentés dans la planche 11 par les figures 12, 13 et 15, c'est-à-dire qui offrent quelques grains enveloppés par plusieurs couches communes. A cette théorie, nous avons vu déjà que M. Münter avait opposé la structure des grains binaires, ternaires, etc., déjà âgés, dont les prétendus noyaux sont plus voisins de la surface du grain composé que du centre de celui-ci, contrairement à ce que fait supposer la théorie. Pour que cette théorie de la superposition des couches fût vraie, il faudrait, en effet, que les noyaux des grains partiels ou composants fussent toujours plus rapprochés du centre, c'est-à-dire des surfaces de contact des granules primitifs, que de la périphérie. Car deux ou trois petits grains rapprochés accidentellement dans la cellule, et enveloppés par l'amidon qui serait produit dans cette cellule, et qui se déposerait autour d'eux, seraient toujours contigus au centre du dépôt des couches venant s'appliquer successivement sur les premières formées. Cependant cela n'a point lieu; les prétendus noyaux, qui étaient rapprochés dans le principe, s'éloignent peu à peu l'un de l'autre ou les uns des autres, parce que ce n'est pas seulement du côté libre de chaque grain composant que se forment les couches; le plus grand épaississement a lieu près des côtés adjacents, vers les surfaces de contact, en un mot, aux côtés tournés vers le centre du grain composé (pl. 11, fig. 12 *bis*).

La plupart des nombreux grains binaires et ternaires que j'ai réunis dans mes planches ne l'ont point été en vue de combattre la théorie de M. Fritzsche, mais dans l'intention de prouver la multiplication des grains d'amidon par division. Ils ne démontrent

l'erreur de M. Fritzsche que par des considérations que je ne veux pas développer ici. Mais j'ai donné, à la planche 11, l'image de grains dont la seule inspection donne déjà de fortes présomptions contre l'opinion de ce savant. Ainsi nous avons, dans la figure 24 de la planche 11, un grain d'amidon du *Canna gigantea* dont l'accroissement est unilatéral. C'est déjà quelque chose de difficile à concevoir qu'un tel accroissement par la théorie de la superposition. Comment comprendre que le noyau *c*, qui aurait d'abord été entouré d'un petit nombre de couches concentriques, complètes sur toute sa surface, ne serait plus par la suite enveloppé, recouvert que d'un seul côté, bien que les couches déposées augmentassent en étendue avec l'âge du grain ? L'examen des figures 27, 28, 29 et 30, pl. 11, fait naître d'autres doutes. Comment concevoir, en effet, que des grains réunis accidentellement présentent tous sans exception les noyaux sur le même côté ? Pour le grain double de la figure 28, dont les côtés contigus des deux grains constituants sont déprimés, la réunion est ou récente, ou ancienne. Si elle est récente, l'aplatissement des deux grains sur les côtés adjacents doit être dû à une grande pression. Comment, dans ce cas, ne trouve-t-on pas de traces de cette pression sur les autres points de la périphérie ? Si la réunion est ancienne, comment se fait-il que les couches d'épaississement ne soient pas communes comme les couches *a* qui couvrent les grains partiels des figures 29 et 30, pl. 11 ? et dans les grains mêmes que représentent ces dernières figures, comment a-t-il pu arriver que les couches d'épaississement soient venues se déposer exactement sur les côtés épaissis des grains supposés primitifs ? Comment pourrait-il y avoir des couches *c* (fig. 30) communes aux deux plus petits grains partiels *d*, *d'*, qui ne s'étendissent pas en même temps sur le plus gros *b* ? On n'invoquera pas pour ces grains la même insertion sur la membrane cellulaire ou sur le nucléus ; car, dans la figure 13, pl. 11, les noyaux des deux grains partiels sont placés sur deux côtés différents du grain composé, et séparés par les couches d'épaississement propres à chacun d'eux. Le grain composé de la figure 14, pl. 11, est encore moins susceptible d'être expliqué par cette théorie. Ce grain présentait, en effet, quatre

grains partiels disposés par paires (*ab*, *cd*) à chaque extrémité du grain composé. Les deux paires étaient séparées l'une de l'autre par une quantité considérable de substance dans laquelle il n'y avait pas de noyau central, et de plus cette substance intermédiaire présentait des couches communes à chaque paire de grains partiels, qui se confondaient toutefois dans la partie moyenne *i*, de sorte que l'on n'apercevait pas, entre les deux paires de grains, la ligne qui devrait marquer la réunion des deux groupes binaires, et pourtant cette réunion devrait être toute récente, d'après la théorie, puisqu'il n'existait pas de couches générales nombreuses enveloppant à la fois les deux couples ou les quatre grains partiels. Rien de tout cela n'avait lieu. Bien plus, les prétendus noyaux des grains partiels, surtout en *a* et *b*, faisaient des saillies considérables à l'extérieur du grain composé ; ils s'éloignaient évidemment du centre à mesure que le grain croissait. C'est assurément que ce grain ne fut pas formé par la superposition des couches. Nous verrons plus loin quelle a dû être son origine. Il me paraît déjà clair dès à présent que cette théorie n'explique point les faits mêmes sur lesquels elle est fondée. Cependant elle a été admise par bon nombre d'anatomistes, et elle a reçu une sorte de confirmation par la découverte que M. Crüger a cru faire de la *substance de transition*, entre le protoplasma et l'amidon, à la place même où ces couches devraient prendre naissance. Il est donc important de discuter avec soin les observations de M. Crüger.

Une des plantes qui ont été le plus utiles à cet anatomiste est le *Dieffenbachia Seguine*. C'est précisément de cette plante que je me servirai pour faire ressortir la vérité.

Nous avons vu que M. Crüger admet que le grain d'amidon naît toujours fixé au protoplasma pariétal de la cellule, et que, se basant sur ce que, dans les grains allongés du *Dieffenbachia*, le centre organique, qu'il appelle le *noyau*, est toujours à l'extrémité la plus éloignée de ce point de contact ou d'attache, il en a conclu que toutes les couches sont produites à ce point d'attache par le protoplasma environnant. Préalablement convaincu qu'il était de cette idée, il n'a pas dû lui être bien difficile de se persuader de

l'existence d'une substance de transition. Puisqu'elle devait exister, il a dû la trouver. Je ne chercherai point à démontrer qu'elle n'existe pas ; je vais puiser mes arguments dans des faits plus faciles à observer.

Dans le *Dieffenbachia Seguine*, l'amidon naît, ai-je dit, dans le protoplasma, qui est coloré en vert dans les cellules voisines de la circonférence de la tige, et qui est, à cause même de cette couleur, plus facile à étudier. On trouve fréquemment éparses, dans les cellules, des petites masses protoplasmiques vertes, desquelles on voit sortir un petit grain qui s'allonge peu à peu en un corps souvent très grêle. Les figures 50 à 62 de la planche 6 en représentent à divers degrés de développement. Il y a quelquefois deux grains d'amidon sortant de la même petite masse, comme le montrent les figures 59 et 60. Quand ces grains allongés et grêles ont acquis une certaine dimension, on y remarque des couches unilatérales disposées concentriquement par rapport au prétendu noyau *c* qui se trouve près de l'extrémité opposée au protoplasma vert (pl. 6, fig. 61). Assurément une telle disposition est bien capable de séduire un esprit prévenu. Mais quand on examine les choses plus minutieusement, on ne tarde pas à s'apercevoir que l'on est trompé par de simples apparences. En effet, en étudiant l'amidon dans des cellules plus voisines du centre de la tige, on reconnaît que les grains ne sont pas le plus souvent cylindroïdes ou allongés, comme ceux que représentent les figures 61 et 62, pl. 6, et la figure 45, pl. 9. On voit qu'ils sont considérablement épaissis vers l'extrémité qui entoure le prétendu noyau *c* (pl. 9, fig. 37 et 38). Cette observation éveille déjà l'attention ; cependant elle peut être encore expliquée par la théorie de la superposition ; car on peut supposer que du côté du point d'attache *p* le grain est devenu graduellement plus grêle, à mesure que la production de la substance amylacée a diminué. Il est vrai que cette hypothèse serait fortement contredite par cela que les couches ont précisément plus d'épaisseur du côté de ce point d'attache, en sorte que le rétrécissement du grain ne saurait être attribué à l'affaiblissement de la sécrétion amylacée. Mais il est des formes encore plus difficiles à comprendre par la théorie de la superposition ; ce sont celles des

grains chez lesquels l'accroissement a changé de direction, tels que ceux qui sont représentés par les figures 40, 41, 42 et 44, pl. 9. Dans la fig. 40, par exemple, les couches les plus épaisses ne sont plus tournées vers le point d'insertion *p* du grain. Cette insertion avait lieu à l'extrémité d'une sorte de court pédicule *p* perpendiculaire cette fois au grand axe du grain. On ne saurait concevoir comment un affaiblissement graduel, et encore moins une diminution brusque de la sécrétion, pourraient amener une telle insertion latérale. Dans la figure 44, le pédicule latéral *p* est si court, qu'il est presque nul. Il ne pourrait être expliqué par une suspension brusque de la sécrétion, parce que cette hypothèse est incompatible avec la position latérale de ce pédicule; car si la sécrétion avait été supprimée tout à coup, l'accroissement n'aurait pu changer de direction, l'insertion ne serait pas latérale. La formation de ce pédicule a nécessairement dû précéder le grand accroissement du grain.

Cette vérité devient plus évidente encore par l'examen de grains semblables à celui que représente la figure 39 de la même planche 9. Dans ce grain, qui était parcouru longitudinalement par une cavité, l'insertion avait lieu par le point le plus étroit *p*, où les couches sont nulles. Et cependant les couches avaient continué à se développer sur les autres points de la surface; elles ont même la plus grande épaisseur précisément à l'extrémité opposée au point d'insertion. Ici l'esprit le plus prévenu ne saurait méconnaître la vérité. Je dirai plus loin comment cette disposition a pu être produite. Je me bornerai ici, en terminant ces remarques sur la théorie de M. Crüger, à faire observer que la structure même du point d'insertion est contraire à cette théorie; car, si la théorie est vraie, les couches nouvelles, c'est-à-dire les plus externes, doivent être concentriques comme celles sur lesquelles elles se superposent. Dans ce cas, l'insertion du grain doit toujours avoir lieu par une surface courbe; et pourtant il n'en est pas ainsi. Presque toujours ce point d'insertion présente une dépression en sens inverse de la concentricité du grain (pl. 9, fig. 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 46, en *p*); quelquefois cette dépression forme même un enfoncement assez considérable relativement, comme

celui de la figure 37, *p*. C'est que, dans ce point, ce n'est pas la substance étrangère qui se moule sur l'amidon qu'elle doit accroître, d'après la théorie, c'est au contraire l'amidon qui tend à recouvrir la petite masse protoplasmique, laquelle masse, sans concourir directement à la multiplication des couches, paraît contribuer à la nutrition du grain, en lui fournissant des sucs qu'il élabore et utilise à son agrandissement.

Je vais citer maintenant quelques faits que M. Crüger aurait pu invoquer en faveur de sa théorie, et qui sont relatifs à ce mode de nutrition par le protoplasma. L'un de ces faits consiste en ce qu'un grain d'amidon du *Dieffenbachia Seguine*, amené, sans doute accidentellement par son accroissement, au contact d'une deuxième petite masse protoplasmique, s'accroît davantage à ce point de contact; il s'y fait une éminence quelquefois considérable, comme celle que présente la figure 42 en *p'*, pl. 9. Cette éminence ne résulte point de la superposition de couches nouvelles, mais de l'alimentation plus grande de ces couches qui se trouvent au contact du protoplasma. Nous verrons plus loin, en effet, que chacune des couches a son accroissement propre, indépendant de l'accroissement de toute autre partie du grain.

Voici un autre fait analogue au précédent, et qui conduit à la même conclusion ; il est fourni par l'amidon du *Phajus grandiflorus*, qui, ainsi que nous l'avons vu, naît dans une vésicule chlorophyllienne, au milieu d'un protoplasma vert (pl. 5, fig. 12, 13, 14, 15, *a*). Pendant son accroissement, ce grain, après la disparition de la vésicule, conserve longtemps une couche protoplasmique sur sa partie la plus élargie (pl. 5, fig. 16 et 17), à la nutrition de laquelle partie elle concourt évidemment. Mais, quand cette couche protoplasmique a disparu, le grain n'en continue pas moins son évolution, et, dans ce cas, il arrive assez fréquemment que l'extrémité opposée prend un développement très considérable. La figure 9 de la planche 11 en est un bel exemple : *A* représente la base du grain, sa partie la plus âgée ; *CDO*, sa partie la plus jeune. C'est en *A* qu'avait été le protoplasma vert. Or cette partie *A* a conservé l'aspect de la base des grains du *Phajus grandiflorus ;* elle est restée stationnaire pendant que l'extrémité *CDO* gros-

sissait. D'un autre côté, cette extrémité *CDO* n'a pas grossi par la superposition de couches nouvelles, puisque les couches *A*, *B*, sont superposées aux couches *C*, celles-ci aux couches *D*, *E*, et ces dernières aux centres organiques *O*, *O*. La partie *A* étant la plus âgée, la formation des couches a donc été centripète.

La théorie de la superposition des couches ne pouvant être soutenue, il faut chercher ailleurs la cause du développement du grain d'amidon. Nous trouverons cette cause, ou plutôt le mode d'accroissement de ce grain, en étudiant avec soin celui-ci depuis sa naissance (qui a été décrite dans le chapitre précédent), et en le suivant jusque dans ses phases les plus avancées. Dès le début de cette étude, nous aurons l'occasion de remarquer que la théorie qui considère le grain d'amidon comme une masse compacte dans toute son épaisseur, masse dont la densité va décroissant vers le centre où la substance serait plus molle, mais cependant toujours solide, jamais liquide, est également erronée en ce qui concerne la déduction que M. Nägeli en a tirée, savoir : que le grain d'amidon n'est pas une vésicule dont la végétation soit comparable à celle de la cellule. Les théories de MM. Payen et Nägeli sont vraies en ce qui regarde l'ordre de formation centripète des couches, mais elles sont erronées en ce qui concerne le mode de formation de ces couches. Il n'est point vrai que l'accroissement ait lieu, comme le pense M. Payen, par un orifice en forme d'entonnoir (*Chimie industrielle*, 1855, p. 455 ; *Ann. sc. nat.*, 1838, t. X), par lequel la substance amylacée serait introduite dans l'intérieur du grain, où elle s'accumulerait, presserait contre les premières parties agrégées, les gonflerait, puis serait pressée à son tour par une nouvelle quantité de matière, qui bientôt encore recevrait et transmettrait la pression d'un autre flot de la sécrétion. Les gonflements successifs qui résulteraient de l'introduction de chaque flot de substance amylacée produiraient les couches observées. Suivant M. Nägeli, au contraire, il se formerait d'abord, par superposition des molécules, un globule primitif, dans lequel, par la séparation d'un noyau et d'une couche enveloppante, naîtraient de l'exfoliation de ce noyau central, à la fois, et à une ou plusieurs reprises, de la circonférence au centre, une couche plus

molle et une couche dense, qui subiraient plus tard les modifications que j'ai décrites dans le résumé de l'ouvrage de ce savant.

MM. Nägeli et Payen combattent d'ailleurs la nature vésiculaire du grain d'amidon. C'est cependant cette nature vésiculaire qui a la plus grande analogie avec celle de la cellule, que je vais essayer de démontrer.

Tous les anatomistes savent que le caractère distinctif principal de la membrane externe du grain d'amidon consiste dans la résistance de cette membrane à l'action de l'acide sulfurique, qui dissout la substance intérieure, et distend seulement l'enveloppe externe. Ce n'est que par l'action un peu prolongée de l'acide sulfurique concentré que cette enveloppe est dissoute.

Or cette enveloppe provient de l'agrandissement du globule originel qui ne bleuissait pas par la solution d'iode, ou qui prenait seulement une teinte chocolat. Ce globule a grossi. Un point bleuissant sous l'influence de l'eau iodée s'est manifesté dans son intérieur (pl. 6, fig. 5 *b*, 10, 12, 13, 14, 15) ; le point a grandi avec l'extension de la matière enveloppante ; sa substance s'est stratifiée en se solidifiant de la circonférence au centre, ainsi que je le dirai plus loin, et la solidification s'est étendue quelquefois jusqu'au point central. C'est parce que l'on trouve certains grains évidemment solides dans toutes leurs parties, après leur accroissement, que l'on refuse à ces petits organes la nature vésiculaire, et une végétation comparable à celle de la cellule. Que l'on étudie les poils en navette de la face inférieure des feuilles de l'*Hakea Victoria*, on verra que ces poils, à parois minces dans la jeunesse, sont quelquefois entièrement pleins dans un âge avancé ; ils ne présentent alors aucune trace des cavités qu'ils ont offertes antérieurement, et cependant personne ne doutera qu'ils aient une origine cellulaire. Il en est de même des grains d'amidon ; ils ont contenu dans le principe une substance de consistance protoplasmique ou même tout à fait liquide, dans laquelle on peut alors voir parfois le déplacement des particules qui y sont en suspension. Cette consistance de la matière intérieure varie suivant l'abondance ou la rareté du principe amylacé. Le plus ordinairement, chez une même espèce, tous les grains sont à peu près également riches en

amidon; cependant il est des plantes chez lesquelles les grains amylacés présentent des aspects très différents : les uns sont complétement opaques, tandis que les autres, en plus petit nombre, il est vrai, sont tout à fait ou plus ou moins transparents. C'est ce qui se passe dans l'intérieur de ces grains transparents, c'est-à-dire les moins riches en principe amylacé, qu'il faut chercher à reconnaître pour acquérir une idée exacte de la nature du grain d'amidon. Une étude attentive y fait apercevoir des phénomènes qui pourront jeter beaucoup de lumière sur plusieurs faits incompris concernant l'histoire de la cellule elle-même.

Parmi ces grains transparents, on en trouvera dans lesquels il est très facile de constater l'existence d'un contenu entièrement liquide. Pour bien s'en assurer, il suffit d'avoir la patience de chercher les états convenables au milieu de grains à degrés d'évolution souvent très divers. Une des plantes les plus favorables pour cette observation est l'*Iris florentina*. Dans la partie jeune de son rhizome, au milieu des grains opaques et de formes variées auxquels il donne naissance, on trouvera des grains transparents qui montreront les phénomènes suivants. Il y en a, en effet, qui consistent en une vésicule extrêmement mince, renfermant un liquide dans lequel est suspendue une matière grumeuse, blanchâtre, d'aspect floconneux, que l'endosmose peut faire mouvoir. Chez les uns, cette substance est éparse dans la vésicule et en faible proportion; chez d'autres, la quantité de cette matière floconneuse augmente au pourtour de la cavité vésiculaire. Elle ressemble alors à une couche de protoplasma plus ou moins riche en matière solidifiable. Cette couche, d'abord vaguement déterminée, laisse sur la membrane de la vésicule un ou deux espaces libres, qui prennent l'aspect de petits canaux traversant cette couche périphérique, et prolongeant par conséquent la cavité centrale jusqu'à la membrane enveloppante.

Au début de la formation de cette couche, quand la substance floconneuse (que je ne puis mieux comparer qu'avec du blanc d'œuf en voie de solidification par la chaleur) n'est pas encore bien condensée, on peut la voir changer de place, de manière que, là où il se formait un canal, la substance environnante se rapproche,

tandis qu'un vide se fait sur un autre point. Ces changements sont dus, selon toute probabilité, à l'eau du porte-objet qui pénètre dans la vésicule, et vient y déranger l'ordre préétabli. Au contraire, dans des vésicules où la couche périphérique, par l'augmentation de la densité de sa matière, a pris plus de solidité, de manière que l'aspect floconneux primitif est entièrement remplacé par une homogénéité parfaite de la substance, comme cela est représenté par les figures 51, 52, 53 et 54 de la planche 9, dès ce moment, la couche a beaucoup de fixité, et n'est plus susceptible d'être dérangée par les courants osmotiques. Très souvent la substance solidifiable se répartit fort inégalement dans l'intérieur de la vésicule ; elle s'y condense de manière à produire des configurations très diverses : car, 1° la couche qu'elle forme est tantôt à peu près d'égale épaisseur partout, comme dans les figures 52 et 53, pl. 9; 2° tantôt la couche périphérique engendrée est très inégale, comme le montre la figure 76, pl. 9; 3° d'autres fois des pores sont ménagés à travers cette couche, comme l'indiquent les figures 54 *t*, 77 *t*; 4° ailleurs, au contraire, il se fait des proéminences plus ou moins coniques, comme dans les figures 56 et 82, pl. 9; 5° ailleurs encore, les proéminences, qui, du reste, sont susceptibles d'accroissement, ainsi que je le dirai bientôt, sont beaucoup plus considérables (pl. 9, fig. 57, 58 et 59); 6° dans d'autres vésicules, ce sont des cloisons complètes qui ont été formées dans la cavité, comme l'indiquent les figures 55 *s* et 61 *s* de la même planche 9. Quelquefois il n'y a qu'une cloison ; dans d'autres circonstances, il y en a plusieurs, comme dans la figure 81, pl. 9, qui en présente cinq, et par conséquent cinq petites logettes à la place de la cavité originelle.

D'autres plantes présentent des phénomènes analogues. Ainsi les grains les plus pauvres en principe amylacé dans la souche des *Chelidonium majus* et *quercifolium* sont aussi très convenables pour démontrer la nature vésiculaire de ces grains. On en voit dont le plasma est réduit à une couche mince qui revêt la face interne de la vésicule (pl. 10, fig. 28 et 29) ; très souvent cette couche amylacée se partage en petites masses (pl. 10, fig. 30, 39, 40, 41, etc.) qui rappellent celles que j'ai signalées dans

les cellules de beaucoup de plantes, en traitant de la naissance des grains d'amidon.

Parmi les Graminées, le genre *Elymus* présente, à un état plus permanent, quelques-uns des phénomènes offerts par l'*Iris florentina.* Je veux parler du peu de cohésion de la substance centrale du grain d'amidon, qui assurément n'est pas réunie en un noyau solide. A l'état sec même, ce peu de cohésion est très sensible. Quand on met sur le porte-objet de l'amidon de l'*Elymus striatus*, on remarque que tout le contenu des grains les plus transparents est comme floconneux. Des sortes de grumeaux blancs sont irrégulièrement répandus dans la cavité de la vésicule, comme le montre la figure 4 de la planche 9; il n'y a absolument aucune trace de stratification, et les flocons peuvent être vus se déplaçant sous les yeux de l'observateur. D'autres fois, comme le représente la figure 5, pl. 9, sa substance possède une sorte de stratification irrégulière, mal déterminée. Cependant on remarque vers la périphérie du grain une couche assez épaisse, qui est l'indice d'un commencement de solidification, je n'ose pas dire de stratification, du contenu de la vésicule. Chez d'autres grains, la stratification est plus nette à la circonférence; il reste au centre une grande cavité pleine de liquide avec des flocons en suspension. On ne trouve donc point dans ces grains d'amidon de l'*Elymus striatus* de noyau solide central, susceptible de s'exfolier concentriquement pour produire une stratification régulière. On observe dans ces grains des grumeaux, des flocons assez peu cohérents, même dans le grain sec, pour être déplacés par le liquide qui y pénètre par endosmose.

D'un autre côté, une multitude de grains vivants portent l'indication précise d'une ou plusieurs cavités, souvent de très grande dimension relativement au volume du grain. Les grains secs sont aussi très instructifs; mais je ne veux pas les donner comme des preuves suffisantes, parce que les auteurs qui n'admettront pas la manière de voir que je soutiens, pourront les récuser sous le prétexte d'une contraction dont la substance centrale, plus aqueuse, aurait été le siége. Je ferai remarquer toutefois que s'il existe une contraction assez grande pour déterminer l'aspect d'une large ca-

vité, dont les bords ne sont pas fissurés par cette contraction de la substance, c'est que le contenu, au lieu d'être aussi solide qu'on paraît le penser, devait être tout à fait liquide ; c'est ce que montre, en effet, l'amidon d'un très grand nombre de plantes. Dans une multitude de grains (chez l'albumen de certaines Polygonées, le *Rheum undulatum*, par exemple, et dans beaucoup de Graminées, etc.), dans lesquels l'assimilation est faible, il subsiste une cavité relativement grande après la dessiccation, et même aussi pendant la végétation. Les plus gros grains du *Rheum undulatum* sont fort remarquables sous ce rapport, surtout au moment de l'apparition de l'amidon dans les cellules ; quoique gros d'un centième de millimètre, ils n'ont souvent qu'une couche amylacée fort mince, aussi la cavité est-elle fort grande.

Je dirai tout de suite que si les grains des espèces d'amidon les plus connues, comme ceux du froment, de la pomme de terre, et quelques autres, ne présentent pas de la sorte une grande cavité ; s'ils ne font voir tout au plus qu'une petite excavation que l'on a appelée le *hile*, et de laquelle partent souvent des fentes, que la contraction, en déchirant la partie la plus aqueuse du grain, a déterminées (1), c'est que la puissance assimilatrice du plasma amylacé y est plus grande qu'ailleurs. L'amidon de la racine de Colombo est fort remarquable à cet égard, et dans un grand nombre de grains il en est ainsi, la dessiccation n'agrandit point la cavité souvent très petite qui reste ; elle déchire seulement les couches les plus aqueuses qui sont les plus jeunes et les plus centrales. Il arrive même quelquefois que cette cavité est tout à fait nulle dans le grain mûr, quand l'assimilation opérée par le plasma a été assez énergique pour fixer une abondante quantité de matière qu'elle a solidifiée en la transformant en amidon.

On voit par ce qui précède que, chez beaucoup de grains d'amidon qui ne sont pas très riches en principe amylacé, il se fait seu-

(1) Il ne faut pas confondre cette lacération des couches avec la cavité centrale irrégulière, due à un accroissement inégal de la substance intérieure du grain, lequel accroissement sera décrit plus loin. Les figures 17, 18, 19, 21, pl. 9, et la figure 12, pl. 11, montrent des cavités sans lacération des couches. La figure 82, pl. 10, et les figures 13, 14 et 15, pl. 11, font voir des déchirures.

lement une couche périphérique plus ou moins épaisse (pl. 9, fig. 11, 12, 13, 14, 52, 53, 76, 119, etc.), régulière, dans laquelle sont ménagés quelquefois des canaux de pores comme ceux de la figure 11 en *r*, pl. 9, qui fut donnée par le *Rheum undulatum*, et ceux des figures 20 *r*, 54 *t*, 77 *t*, etc. Dans le *Rumex montevidensis* Spreng., on remarque dans quelques grains une cloison transversale (pl. 9, fig. 12 en *c*), semblable à celle qui a été décrite dans l'*Iris florentina*.

Dans l'amidon des Panicées, on découvre très souvent aussi des canaux de pores à travers la couche amylacée, comme l'indiquent avec certitude les figures 24 *b* (pl. 9) de l'amidon du *Pennisetum longistylum*, 26 *b* de l'amidon du *Setaria compressa*, 27 *b c* de celui du *Panicum ciliare* Retz, etc.; mais quand les grains d'amidon de l'albumen des Panicées sont avancés en âge, ils présentent un phénomène que je n'ai guère observé que dans ce groupe de plantes, et à un beaucoup plus faible degré chez des *Andropogon* et quelques autres végétaux peu nombreux. C'est que ces grains les plus âgés offrent une multitude de petites fentes rayonnantes, extrêmement étroites, qui font éclater le grain sur un grand nombre de points, principalement quand on le met dans l'eau. Ces fentes nombreuses communiquent aux grains les plus vieux de diverses espèces de la tribu des Panicées la singulière apparence que possèdent les figures 23 en *a*, *e*, 24 en *a*, 25 en *a*, 22 en *c*, etc. La figure 23 ne donne qu'une très faible idée de l'extrême division à laquelle arrivent certains grains des *Cenchrus spinifex* Cav., *echinatus* L., et *tribuloides*, etc. La figure 26 *a*, pl. 9, est celle d'un grain d'amidon du *Setaria compressa*. Doit-on confondre ces stries rayonnantes si fines avec les véritables pores de ces grains que représentent les figures 24 en *b*, 26 en *b*, et 27 *b*, *c*? Je le pense d'autant moins, que les fentes qu'elles produisent partent souvent de la circonférence du grain. Je suis porté à croire que cette extrême division qui s'observe particulièrement à un si haut degré chez les vieux grains des *Cenchrus* que j'ai cités, a pour cause un changement d'état d'agrégation moléculaire que démontre parfaitement l'action du chlorure de chaux sur les grains d'amidon de la pomme de terre.

Ce dernier amidon offre un des plus beaux exemples que l'on puisse citer pour la stratification à couches composées. On y distingue, en effet, parfaitement bien des couches de divers ordres, ainsi qu'on le verra dans le chapitre suivant. Il y a au centre organique du grain un certain nombre de couches dont la substance plus molle se contracte, et se fend en se desséchant. C'est dans cette partie plus molle que me paraît commencer la modification de l'état moléculaire.

Quand on traite à froid de la fécule de pomme de terre par le chlorure de chaux, et qu'on l'examine après quelques semaines, on trouve un certain nombre de grains qui ne présentent plus aucune trace de leur structure primitive. Les couches ont complétement disparu. Elles sont remplacées par des fibres ou des sortes de cristaux fibreux, qui sont tous dirigés vers le centre organique *c*, comme l'indique la figure 1 de la planche 11. Quand ces grains n'ont pas été cassés, leur forme extérieure n'a pas changé; leur surface est tout à fait lisse, et souvent rien n'annonce au dehors la modification qu'ils ont subie. Si, au contraire, ils ont été froissés ou fracturés sans que leurs parties soient séparées les unes des autres, leur surface pourra être inégale comme celle du grain qui est indiqué par cette figure 1, pl. 11. Les fortes lignes noires marquées dans la figure, montrent la forme que les fragments possèdent quand ils sont isolés. Cette forme est celle d'une sorte de triangle ou de cône irrégulier, dont le sommet s'infléchit vers le centre organique, et dans lequel toutes les fibres élémentaires ont la même direction. La structure singulière de ces grains rappelle donc celle des rognons de la pyrite de fer à cristaux fibreux rayonnants.

Si l'on compare les grains d'amidon les plus âgés et les plus fendillés des *Cenchrus spinifex* et *echinatus*, ceux du premier surtout, après qu'ils ont resté quelques minutes dans l'eau du porte-objet, on est frappé de la similitude de leur aspect avec celui des grains de la pomme de terre, que je viens de signaler. Il y a encore un autre trait de ressemblance dans les divers degrés de division par lesquels passent ces grains de plusieurs Panicées et ceux de la pomme de terre; car on découvre

chez ces derniers le début du phénomène dans des grains qui montrent encore leur stratification. J'ai remarqué, en effet, chez quelques-uns, que des stries rayonnantes très fines n'existent encore que d'un côté du centre organique, qu'insensiblement elles se multiplient autour de ce centre et s'étendent dans toutes les directions. Ces stries traversent ainsi toutes les couches, qui plus tard disparaissent complétement et font place à des fibres de la plus grande délicatesse.

On a donc là l'exemple d'un corps organisé, composé de couches qui ont leur végétation propre, perdant peu à peu sa structure stratifiée pour revêtir une apparence cristalline.

A. Formation des couches.

Les faits qui viennent d'être mentionnés prouvent donc que le grain d'amidon est une vésicule contenant un plasma analogue au plasma de la cellule. Je vais examiner maintenant comment ce plasma, par une végétation spéciale, engendre la stratification qui a été l'objet de tant de débats de la part des phytotomistes.

Le plasma amylacé, ai-je dit, est plus ou moins riche. Quand il est trop riche, la vésicule est opaque, et l'observation est impossible. Heureusement il existe des sortes d'amidon qui, sans être pauvres en principe amylacé, offrent normalement un état tel, que l'on peut suivre chez tous les grains, à un âge convenable, la naissance successive des couches de la circonférence au centre. De ce nombre sont les grains d'amidon de plusieurs Légumineuses, du *Lathyrus incurvus*, par exemple, dans la vésicule duquel on peut voir, à la périphérie, des couches denses brillantes, et des couches plus ternes, jaunâtres, se confondant de plus en plus avec le plasma central, dont on ne distingue les plus jeunes qu'avec beaucoup d'attention.

La figure 8, pl. 9, donne une idée de la manière dont ces couches apparaissent. Les premières se forment donc sous la membrane vésiculaire. Ces couches n'ont d'abord que peu de densité, ce que l'on reconnaît à l'aspect moins brillant, plus terne qu'elles présentent, et à leurs limites interne et externe indécises.

A cause de cela, elles semblent d'abord un peu distantes les unes des autres; mais peu à peu l'espace qui paraissait les séparer se rétrécit par la solidification ou plutôt par l'assimilation de nouvelles quantités de substance amylacée, et non, comme le croit M. Nägeli, parce qu'un noyau central, en s'exfoliant, sépare de sa propre substance une couche plus molle et une plus solide (1). C'est en réalité parce que la matière intérieure du grain, d'une fluidité ou d'une mollesse plus ou moins grande, suivant la richesse du plasma, s'organise graduellement en couches de la périphérie vers le centre.

Les couches ainsi formées, nées de la végétation du plasma de la vésicule, continuent elles-mêmes de végéter. En s'assimilant de nouvelles particules du suc, qu'elles puisent dans la cellule, elles peuvent s'étendre dans tous les sens en conservant une régularité parfaite sans s'épaissir notablement. Elles donnent lieu ainsi à une stratification parfaitement uniforme de tous les côtés du grain (*Ervum*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Cicer*, etc.). Au contraire, dans beaucoup d'espèces d'amidon, elles s'épaississent quelquefois considérablement tout en s'étendant. Elles se nourrissent donc, elles s'accroissent par intussusception, d'une manière tout à fait analogue à celle que j'ai signalée chez les membranes utriculaires dans mon *Mémoire sur les formations secondaires dans les cellules végétales*, publié en 1854 et déjà signalé plus haut.

Cette extension des couches, ou mieux des membranes (car ce sont des membranes vivantes qui ne s'accroissent pas seulement par la simple interposition de couches moléculaires nouvelles entre les anciennes, mais par l'action physiologique de ces membranes, qui empruntent à la cellule des éléments qui n'ont pas leur constitution, leur arrangement moléculaire, mais qui sont façonnés dans la vésicule amylacée); cette extension des membranes, dis-je, est nécessaire pour que de nouvelles couches ou membranes puissent être produites vers le centre. Les grains d'amidon con-

(1) *Note de l'auteur*. — M. Nägeli, admettant que le noyau qui s'exfolie concentriquement isole à la fois une couche plus molle extérieure et une couche plus solide interne, pense que la couche plus molle se solidifie ultérieurement comme la couche plus solide.

servent pendant longtemps, et probablement pendant toute la durée de leur accroissement, la faculté de multiplier leurs couches par ce plasma central, car le grain que montre la figure 9, pl. 11, donne un exemple d'une telle multiplication de couches en *o*, *o*, après une longue période de végétation, puisque ce grain avait un dixième de millimètre de diamètre quand les dernières couches ont été produites. Ces faits sont en opposition avec la manière de voir de M. Nägeli, qui, d'après l'examen de certains grains, chez lesquels en effet les couches primaires sont en petit nombre, pense que son prétendu noyau s'exfolie une, deux ou un petit nombre de fois, après quoi il resterait stationnaire dans les grains à structure excentrique.

Chez les grains très riches en principe amylacé, c'est-à-dire, chez ceux où l'assimilation est puissante, les couches peuvent se multiplier jusqu'auprès du centre, et ne pas laisser de cavité proprement dite, parce que le plasma qui occupe le centre organique devient lui-même solide. Si la substance centrale est moins riche, les couches ne se multiplient pas jusqu'au centre; il y reste une cavité nettement limitée (pl. 9, fig. 9) si les couches produites continuent de végéter plus longtemps que le plasma central, qui s'épuise tout à fait. La cavité est au contraire mal déterminée, si les couches les plus internes étaient encore imparfaites quand la végétation a été suspendue. Alors ces couches, étant très molles, quelquefois de consistance muqueuse, s'affaissent avec le reste du plasma sur les couches mieux consolidées, en se desséchant, comme ferait un simple mucilage. Chez un grand nombre de grains, les couches centrales, qui renferment encore beaucoup d'eau au moment où la végétation cesse, se fendent par la contraction qu'elles éprouvent pendant la dessiccation. Si l'espace contenant le plasma était seulement de très petite étendue, ces fentes donnent lieu à ce que quelques auteurs ont nommé un *hile étoilé* (pl. 10, fig. 82; pl. 11, fig. 13, 14, 15). Nous verrons plus loin que le prétendu hile étoilé peut avoir une autre origine.

Dans beaucoup de plantes, les grains d'amidon présentent une grande cavité entourée par une couche plus ou moins épaisse, en apparence homogène (pl. 9, fig. 12, 13 et 14). C'est que, dans

ce cas, la stratification est souvent masquée par de la substance amylacée qui les imprègne, qui les incruste en quelque sorte.

C'est donc la richesse du plasma amylacé qui règle l'étendue de la cavité. Mais cette richesse du contenu de la vésicule amylacée n'est pas ordinairement accidentelle; elle est liée à la nature de la plante, à la nature même de l'organe qui produit un amidon donné. C'est pour cela que dans l'albumen de beaucoup de Graminées, de plusieurs Polygonées, et en particulier dans celui des *Rumex*, dont j'ai étudié un assez grand nombre d'espèces sous ce rapport, les grains amylacés offrent généralement une cavité relativement grande; tandis que dans l'amidon de la pomme de terre et dans bon nombre d'autres fécules, la cavité est relativement fort petite, et même entièrement nulle dans beaucoup de grains.

C'est sur l'observation des grains les plus riches en matière amylacée qu'est fondée l'opinion qui veut que le grain d'amidon soit un corps complétement solide. Il est bien certain que quand on traitera de tels grains par le chlorure de chaux, comme l'a fait M. Payen, ou par le ferment de la salive, comme l'a décrit M. Nägeli, on trouvera toujours un noyau solide; mais il sera d'autant moins consistant, que l'on arrivera plus près du centre, si le grain est vivant, et surtout en voie d'accroissement.

M. Nägeli qui, dans son travail de 1858, nie la nature vésiculaire du grain d'amidon, prétend que là où il avait autrefois observé une cavité, c'est qu'une cause accidentelle de dissolution, à la vérité fort rare, avait agi sur ces grains. Il ne dit point quelle a pu être cette cause. Il eût été important cependant de renseigner les anatomistes à ce sujet. Dans tous les cas il faudrait, au contraire, qu'une telle cause accidentelle de dissolution fût très commune, puisque l'on rencontre si fréquemment des grains montrant manifestement une cavité.

Après l'examen des divers exemples que j'ai cités, il est impossible de partager l'opinion de M. Nägeli. D'ailleurs, la vérité est si puissante, et il est si difficile de ne pas tomber dans quelque contradiction en présence des faits, quand on soutient une théorie erronée, que M. Nägeli lui-même, dans plusieurs chapitres de son livre, est ramené vers la vérité, qu'il combat à chaque page. Il

me suffira d'indiquer quelques passages de son ouvrage pour convaincre le lecteur de l'incertitude de ce savant.

A la page 223, M. Nägeli parle de grains dont les noyaux sont formés d'une substance paraissant rougeâtre, extrêmement aqueuse, *qui ressemble davantage à un espace creux*. A la page 310, il dit aussi : « Quand il arrivera réellement que dans le *noyau mou* se condense une masse centrale, celle-ci doit alors se conduire comme le jeune grain solide. Après qu'elle a atteint une extension déterminée, une *cavité* remplie d'une substance molle se forme dans l'intérieur. » J'ai montré plus haut combien cet observateur est embarrassé pour prouver l'existence de son noyau globuleux que l'on n'aperçoit pas toujours, dit-il à la page 251.

On voit par ces passages que, malgré ses dissolutions accidentelles hypothétiques et ses autres arguments, M. Nägeli est ramené par la puissance des faits à énoncer ce qui est réellement. Malgré l'évidence manifestée par ces observations mêmes, ce savant, comme tous les auteurs de théories préconçues, plutôt que de se résigner à admettre les faits tels que l'observation les donne, à accepter un espace creux, une cavité là où il la voit, se montre quelquefois très ingénieux à faire rentrer les faits contradictoires dans la loi qu'il pose. Il n'est pas inutile de faire ressortir de telles contradictions ; elles montrent combien il faut se tenir en garde contre ses propres préjugés. Je citerai donc encore un autre passage qui se rapporte à l'apparition des couches, et qui montre quelle importance l'auteur attache à l'existence d'un noyau solide. M. Nägeli admet en principe que les couches apparaissent de la circonférence au centre ; mais, à la page 235, il dit que l'on peut faire deux hypothèses pour expliquer ce phénomène. Ou la substance est réellement homogène au commencement, et une nouvelle formation de couches denses a lieu dans son intérieur ; ou bien *cette substance en apparence homogène est en réalité composée de couches de consistance différente, mais la différence est trop faible pour être reconnue ;* aussitôt que les couches déjà plus denses prennent encore plus de substance, elles deviennent alors distinctes. La dernière explication, ajoute-t-il, est seule vraisemblable.

Ainsi, cela est clair, ce n'est pas, suivant M. Nägeli, un protoplasma qui s'organise en couches dans l'intérieur d'une vésicule, comme je le soutiens; ce n'est pas même un noyau homogène qui s'exfolie pour produire les couches, qui émet à la fois une couche molle et une dense, comme l'auteur le répète souvent; cette exfoliation ne serait qu'apparente. Ce noyau, qui semble homogène, serait formé, jusqu'au centre, de couches invisibles. Cette idée est, en effet, en parfaite concordance avec la théorie moléculaire du célèbre anatomiste, puisqu'il admet que, dès le principe, dès la formation du globule primitif, les molécules se juxtaposent en couches concentriques, et que, par la suite, l'accroissement est effectué par de nouvelles couches de molécules qui s'interposent entre les premières, là où la tension oppose le moins de résistance.

M. Nägeli fonde cette manière de voir principalement sur ce que, chez un grand nombre de grains, la stratification n'est pas apparente, bien qu'elle existe en réalité, et sur ce que, dans certains autres grains, les couches sont visibles d'un côté, quand elles ne le sont pas encore de l'autre. Ces faits, vrais en eux-mêmes, ne sont pas des preuves; car, de ce que les couches sont très souvent masquées, on ne doit pas conclure qu'il en existe toujours là où l'on n'en voit pas. On se convaincra aisément, par l'étude des grains à contenu grumeleux de l'*Elymus striatus*, de l'*Iris*, etc., et d'une multitude de grains qui, pendant leur végétation, offrent une grande cavité, que ces grains ne sont pas stratifiés jusqu'au centre.

La première preuve de M. Nägeli, basée sur ce que, dans beaucoup de grains, la stratification n'est pas apparente, bien qu'elle existe réellement, montre que ce savant n'a pas compris la cause de cette invisibilité des couches. D'après lui, comme on vient de le voir, cette cause serait la trop faible différence qui existerait dans la consistance de ces couches. Le traitement de l'amidon de la pomme de terre par le ferment de la salive prouve ce que l'on reconnaît déjà, au reste, chez beaucoup de grains à l'état naturel, savoir, que c'est une sorte de matière incrustante amylacée qui voile ces couches tantôt complétement, tantôt imparfaitement. Elle

les laisse apercevoir quelquefois comme à travers une gaze légère; d'autres fois, les couches sont entièrement cachées sur une partie du grain; puis le voile est graduellement moins épais, et il laisse les couches complétement à découvert dans les autres parties du même grain d'amidon. Si c'est ce phénomène que M. Nägeli a voulu signaler en disant que les couches sont visibles d'un côté, quand elles ne le sont pas encore de l'autre, il se serait mépris sur ce point.

Quelle est l'origine de ce voile ou de cette matière incrustante amylacée? Il me semble qu'elle est due à l'excès de la matière nutritive qui, n'étant pas absorbée par les couches et le plasma central, imprègne ces couches et les masque en totalité ou en partie. Cet amidon incrustant contient aussi une substance qui bleuit par l'iode, et une qui ne bleuit pas (1).

Si M. Nägeli a réellement observé des couches incomplètes (ce que je me garderai bien de contester, parce que je ne le crois pas

(1) *Note de l'auteur.* — La manifestation de la matière qui bleuit et de celle qui ne bleuit pas sous l'influence de l'iode, m'a paru plus satisfaisante par l'emploi du ferment de la salive, parce que ce dernier agit avec moins de régularité que le chlorure de chaux. En effet, dans des grains d'ailleurs profondément attaqués, on apercevait des portions à contours très irréguliers colorables par l'iode, tandis que les autres parties étaient tout à fait sans couleur. Les observations faites sur de tels grains tendent à prouver, ce que, du reste, on pouvait penser *à priori*, que la matière bleuissante est plus récemment introduite. Elle imprègne tout le grain, mais elle paraît en très petite quantité relativement au volume de celui-ci; car lorsqu'elle a été enlevée par le chlorure de chaux, les couches semblent souvent n'avoir presque rien perdu de leur substance. Il en est de même dans les parties qui n'ont pas été trop altérées par le ferment de la salive. — Je ne pense pas que l'on puisse objecter que la majeure partie de la substance du grain d'amidon a subi une transformation sous l'influence du chlorure de chaux, et qu'elle a perdu ainsi la propriété de bleuir au contact immédiat de l'iode. Cette objection ne saurait être soutenue, il me semble, parce que, dans les modifications que les agents chimiques font éprouver aux substances cellulosiques, celles-ci se comportent toujours envers les agents de dissolution ou autres, comme si elles avaient perdu de leur force de cohésion : celles qui ne se dissolvaient pas dans le réactif ammoniaco-cuivrique, par exemple, reçoivent la propriété de s'y dissoudre; celles qui ne bleuissaient pas au contact immédiat de l'iode sont amenées à bleuir en présence de ce corps Or, si toute

impossible), a-t-il bien le droit de déduire que le côté invisible était entièrement formé? Si un côté est plus avancé que l'autre dans son développement, ne peut-il pas avoir commencé à s'organiser dans le plasma amylacé un peu avant l'autre côté?

Plusieurs autres considérations sont contraires à la théorie de M. Nägeli : telle est, par exemple, la formation des grains composés. En effet, si toutes les couches étaient formées d'avance jusqu'au centre du grain, il est probable qu'elles ne se désorganiseraient pas pour qu'il naisse des grains partiels à leur place; elles suivraient leur développement normal. Il est donc beaucoup plus rationnel d'admettre tout simplement ce que l'on voit, c'est-à-dire que des couches sont produites les unes après les autres dans le plasma central, et que ces couches, d'abord à peine visibles, deviennent de plus en plus apparentes en se chargeant davantage de principe amylacé.

Relativement à l'apparition des couches incomplètes, j'opposerai, à l'avis de M. Nägeli, un fait qu'il ne récusera peut-être pas, puisqu'il compare en plusieurs endroits le grain d'amidon à un cristal. Ce fait consiste en ce que l'on voit parfois se former sous ses yeux, sur le porte-objet du microscope, des cristaux, dont un seul côté est d'abord apparent; un deuxième côté est ensuite produit, puis un troisième, etc. Il est bien clair ici que les côtés que l'on ne voit point n'existent pas encore; et souvent le cristal reste toujours incomplet. Pourquoi n'en serait-il pas ainsi de la formation des couches dans le grain d'amidon pour quelques cas rares (il est bien entendu que je me place ici au point de vue de M. Nä-

la substance du grain d'amidon avait normalement la propriété de bleuir aussitôt qu'elle se trouve au contact de l'iode, il faudrait que, par l'action du chlorure de chaux, elle eût acquis une cohésion plus forte que celle qu'elle possédait auparavant, puisqu'il faut ajouter de l'acide sulfurique pour déterminer la coloration en bleu; ce qui serait contraire à tous les faits connus. De plus, il n'est guère supposable qu'un agent qui a la propriété de dissoudre une substance, puisse lui communiquer, dans les circonstances mêmes où il opère la dissolution, une cohésion plus forte, qui s'opposerait à cette dissolution. La substance non bleuie au contact immédiat de l'iode existe donc normalement dans le grain d'amidon.

geli, qui admet une certaine analogie entre le grain d'amidon et le cristal). N'est-il pas possible que la végétation soit plus avancée d'un côté que de l'autre. Un tel développement inégal serait-il sans une analogie plus ou moins éloignée avec l'épaississement des couches sur une partie restreinte de leur étendue, lequel épaississement inégal est hors de contestation, soit dans le grain d'amidon, soit dans les cellules. Il me paraît donc possible que la production d'une couche soit plus précoce d'un côté que de l'autre, de même qu'après sa formation elle peut s'épaissir d'un côté et non de l'autre.

Après avoir exposé le résultat de mes observations sur l'apparition des couches primaires dans une sorte de protoplasma amylacé plus ou moins aqueux, jetons un coup d'œil sur les formes principales que peut affecter ce grain pendant le cours de leur développement.

Quand ces couches se développent dans un grain né librement dans la cellule, le grain est ordinairement globuleux dans le principe, et la cavité centrale a par conséquent la même forme; quand, au contraire, le grain est né fixé à la paroi de la cellule, il peut être plus ou moins allongé. Dans ce dernier cas, les couches qui se développent dans son intérieur apparaissent autour d'une cavité, qui a aussi une forme plus ou moins allongée. Si ces couches, par la végétation ultérieure du grain, s'accroissent régulièrement sur toute leur étendue, la forme du grain est correspondante à peu près à celle de la cavité. Ailleurs, quand les couches se sont accrues irrégulièrement, la cavité n'est plus en rapport avec la forme actuelle de ce grain; mais elle répond ordinairement à la forme initiale de ce même grain.

Quand les couches se développent également dans toutes les directions (*Phaseolus*, *Vicia*, *Dolichos*, *Lathyrus*, *Pisum*, *Cicer*, *Ervum*, etc.), le grain conserve à peu près toujours la même forme : c'est-à-dire que s'il était globuleux dans le principe, il reste globuleux; s'il était allongé ou fusiforme, il conserve un diamètre plus grand que l'autre (pl. 9, fig. 9). Mais ce n'est pas là le cas le plus fréquent; le plus ordinairement, les couches, qui ont une végétation propre, ainsi que je l'ai dit, s'épaississent plus

d'un côté que de l'autre, peut-être afin que le centre organique soit toujours placé le plus près possible de la circonférence, de manière à faciliter la nutrition du plasma central, dont les éléments sont puisés dans la cavité cellulaire.

Voyons maintenant comment s'accomplit cet épaississement. Il s'effectue d'une manière tout à fait analogue à ce qui se passe dans les membranes cellulaires. Tous les anatomistes croyaient, il n'y a pas longtemps, et beaucoup croient peut-être encore aujourd'hui, que toutes les couches qui constituent les parois des cellules les plus épaisses sont déposées successivement de l'extérieur vers l'intérieur, comme je l'ai indiqué tout à l'heure pour les couches primaires du grain d'amidon; mais, en 1854, j'ai montré que les membranes des cellules ont une végétation qui leur est particulière; qu'elles peuvent s'épaissir sans la juxtaposition de couches nouvelles qui leur soient étrangères, mais par la sécrétion d'éléments qui leur sont propres; qu'après s'être épaissies, elles se dédoublent, et peuvent produire ainsi deux, trois ou plusieurs couches, suivant la nature des cellules que l'on étudie.

Dans le mémoire que je viens de citer, je n'ai point décrit l'apparition des couches d'épaississement dans les cellules par dépôts successifs à l'intérieur des premières formées, parce que je ne l'avais pas constatée avec toute la précision désirable, et sans nier ce mode de formation des couches, je n'ai mentionné que des cas qui ne le présentent point (1). Aujourd'hui même, bien que je croie à ce dépôt centripète des couches secondaires dans certaines cellules, son mécanisme ne m'est pas encore suffisamment démontré; je ne sais pas encore avec certitude (parce qu'il m'a été impossible de le voir) si ces couches sont excrétées

(1) *Note de l'auteur.* — J'ai fait voir aussi, dans mon travail sur l'origine de la cuticule, que certaines membranes de cellulose peuvent s'épaissir considérablement, quoiqu'elles n'aient aucun rapport direct avec les cellules sous-jacentes. Telle est la cuticule composée des Aloès, et des *Aloë verrucosa*, *subtuberculata*, *rhodacanta*, etc., en particulier, qui est séparée des utricules épidermiques et même des couches sous-cuticulaires qui couvrent ces utricules, par une scission complète, par une fente souvent très large, surtout au moment où s'opère la séparation.

par l'utricule dite primordiale, ou si c'est la pellicule appelée ainsi qui se transforme en membrane cellulosique, et qui serait remplacée par une autre pellicule ou utricule protoplasmique, qui naîtrait ainsi à l'intérieur de celle qui l'a précédée, de la même manière que les couches amylacées se succèdent les unes aux autres. Cette dernière opinion me paraît la plus vraisemblable; mais sa vérification présente de grandes difficultés, parce que cette membrane est très mince, parce qu'elle naît au contact de la paroi cellulaire, et qu'on ne peut la distinguer qu'après l'en avoir écartée.

Afin de mieux faire comprendre l'analogie qui existe entre l'épaississement des membranes cellulaires et celui des couches du grain d'amidon, je vais décrire une paroi cellulaire qui montre nettement la disposition des couches dans certaines cellules, chez lesquelles des strates secondaires sont nées du dédoublement concentrique des premières couches formées. Ce phénomène est l'analogue de celui qui s'accomplit dans les couches primaires du grain d'amidon, dont je viens de décrire la naissance. Je veux parler de l'évolution des cellules inégalement épaissies, qui limitent le cylindre central des racines des *Smilax*. Les figures 1, 2, 3, 4, de la planche 6, se rapportent à ces cellules du *Smilax rotundifolia*, qui ne sont que très peu épaissies sur le côté externe (en *a*, fig. 1, pl. 6), tandis qu'elles ont une grande épaisseur sur les autres côtés. En examinant ces cellules avec attention, sous un grossissement de 350 à 400 diamètres, on reconnaît que la portion très épaissie est composée de plusieurs couches, dont le nombre varie de cinq à douze et peut-être même davantage. La partie mince, au contraire, paraît simple. Si l'on ajoute de la solution iodée et de l'acide sulfurique avec beaucoup de précaution, on s'aperçoit que cette partie, en apparence simple, se dédouble, et que la couche externe (*a*, fig. 2, pl. 6) de cette partie mince a pris sous l'influence des réactifs une couleur rouge foncé; cette couche, qui représente la membrane primaire, se prolonge au pourtour externe de la cellule, enveloppant ainsi toutes les couches d'épaississement; tandis que la couche interne, jaunie par l'iode (*b*, fig. 2, pl. 6), se prolonge au pourtour immédiat de la cavité cellulaire

dont elle constitue le revêtement. Cette couche interne *b* n'est qu'un produit de la végétation, un dédoublement de la membrane primaire, et la végétation, la sécrétion, étant plus fortes sur les autres côtés de la cellule que sur le côté externe, des couches secondaires partielles sont engendrées sur la partie de la cellule où a lieu cette sécrétion plus forte. Ces couches partielles d'épaississement sont interposées (en *c*, pl. 6, fig. 2) entre la membrane externe *a* et la membrane interne *b*, premier produit de la végétation de la membrane *a*. Ces couches partielles *c* ont été jaunies par l'iode et l'acide sulfurique, comme la couche de sécrétion *b*, qui a la même origine qu'elles.

Cette végétation, ce dédoublement, ne sont point particuliers à la membrane primaire *a*; les couches secondaires partielles *c* (pl. 6, fig. 2) ont aussi la faculté de donner naissance à des couches de troisième génération. Pour s'assurer de l'existence de celles-ci, il suffit de faire réagir, sur ces membranes, de l'acide sulfurique un peu plus concentré que celui qui avait été employé d'abord; on détermine ainsi l'isolement complet de chacune de ces couches, comme le représente la figure 3, pl. 6; puis, en prolongeant l'action de l'acide, on s'aperçoit bientôt que chaque strate secondaire est elle-même composée de plusieurs couches tertiaires qui se séparent les unes des autres (pl. 6, fig. 4), restant unies seulement par leurs extrémités pendant quelque temps, si l'on a agi avec précaution, c'est-à-dire si l'action de l'acide sulfurique n'a pas été tout de suite trop intense.

Ce qui s'est accompli dans ces cellules est évidemment la répétition du phénomène que j'ai décrit, sous diverses formes, dans la cuticule composée des Aloès, dans les cellules superficielles du *Cereus peruvianus*, dans les fibres du *Taxus baccata*, dans la formation des spiricules, des vaisseaux réticulés, etc., chez lesquels la membrane mère est tantôt externe, tantôt interne, quelquefois même au milieu des productions secondaires qu'elle à formées sur ses deux faces.

L'épaississement de chacune des couches du grain d'amidon que nous avons vues apparaître concentriquement, et les unes après les autres de la circonférence au centre, est certainement

l'analogue de ce que j'ai observé dans toutes les parois utriculaires, dont j'ai eu l'occasion de suivre le développement. Je ne prétends pas qu'il y ait identité, parce que, bien que le phénomène soit le même partout, la disposition relative des parties produites peut varier ainsi que je viens de le rappeler. Si je choisis pour point de comparaison les cellules du *Smilax*, de préférence à beaucoup d'autres, c'est qu'elles montrent, mieux que toutes celles que j'avais à ma disposition, la composition des membranes secondaires. Sans cette circonstance, jointe à celle de leur épaississement inégal sur leurs différents côtés, beaucoup d'autres cellules eussent été plus convenables, parce que, dans ces cellules du *Smilax*, la membrane la plus dense, la membrane mère, celle dont les autres se sont séparées pendant l'épaississement, est à l'extérieur ; tandis que dans chaque couche du grain d'amidon de la pomme de terre, par exemple, la strate qui me paraît avoir produit les autres, est la plus interne de chaque couche composée, où elle forme ordinairement une bande plus brillante que les strates plus externes de la même couche composée. Nous verrons tout à l'heure que c'est elle aussi qui résiste le plus aux agents de dissolution.

Cette strate interne est souvent très apparente sur une quantité de grains à l'état naturel ; en effet, tous les grains d'amidon de la pomme de terre, sans préparation, n'ont pas le même aspect. Les uns semblent homogènes, les autres laissent voir quelques stries concentriques ; d'autres encore donnent l'indication de couches inégalement épaissies, très minces d'un côté, très épaisses de l'autre. Ce côté le plus épais se montre avec plus ou moins de netteté composé de plusieurs couches secondaires. Chez la plupart des grains qui ont ce dernier aspect, on observe que chaque couche composée est séparée de ses voisines par une bande étroite blanc bleuâtre et brillante. Un examen attentif fait reconnaître que chaque bande brillante est la strate la plus interne d'une couche composée, et que les autres strates de la même couche composée paraissent fréquemment de moins en moins blanches et brillantes qu'elles s'éloignent de cette strate interne, de manière que chaque couche composée semble, dans ces sortes de cas, diminuer de densité de l'intérieur vers l'extérieur. Dans de tels grains, chaque

bande brillante contraste fortement avec les strates non brillantes et un peu ternes qu'elle recouvre, ce qui fait ressortir davantage encore la diminution de densité que l'on remarque vers la surface externe de chaque couche composée. Mais cette décroissance de la densité, dans une couche donnée, ne s'observe pas dans tous les grains ; il y en a, en effet, chez lesquels toutes les strates ternes qui séparent deux bandes brillantes ont le même aspect, de manière que l'on ne saurait dire alors si chaque bande brillante appartient plutôt à la couche dont elle est recouverte qu'à celle qu'elle revêt.

Quand une couche composée a atteint une assez grande épaisseur, on remarque fréquemment qu'elle se subdivise en plusieurs couches composées de second ordre, séparées aussi les unes des autres par une strate brillante, assez ordinairement moins large toutefois que celle qui limite à l'intérieur chaque couche composée de premier ordre. Nous verrons tout à l'heure que ces couches surcomposées résultent de dédoublements successifs éprouvés par le même épaississement d'une couche primaire. Par cet examen des grains d'amidon de la pomme de terre, et de quelques autres espèces également favorables, on peut arriver à se faire une idée assez exacte de la constitution du grain d'amidon. Cependant si l'on s'en tenait à cet aperçu général, il resterait bien des doutes dans l'esprit sur divers points, et certains faits importants concernant la manière dont s'effectue le dédoublement resteraient tout à fait inconnus. La meilleure manière d'arriver à une connaissance parfaite de ces faits, c'est le traitement des grains d'amidon, à froid, par la solution concentrée de chlorure de chaux, qui, au bout d'un temps plus ou moins long (deux ou plusieurs mois), fait voir avec la plus grande netteté les couches de tous les ordres de formation C'est ainsi que chez l'amidon de la pomme de terre, qui se prête assez bien à cette sorte de dissection, on voit parfaitement, et beaucoup mieux que sur les grains naturels les plus favorables [qui, du reste, ne montrent bien que les couches principales (pl. 10, fig. 81 à 86)], toutes les couches composantes du grain (pl. 11, fig. 36).

Autour du centre organique sont des couches circulaires, ré-

gulièrement épaisses et en nombre très variable. Quand ces couches régulières sont nombreuses (ce qui arrive lorsque l'activité du plasma central est très grande), on peut souvent remarquer qu'à une certaine distance du centre organique, elles s'épaississent graduellement; alors la substance de ce côté épaissi de chaque couche diminue de densité et d'éclat de l'intérieur vers l'extérieur; en sorte que la partie plus brillante d'une couche étant contiguë à la partie la plus terne de sa voisine, il y a souvent entre elles un contraste frappant.

Lorsque les couches primaires sont produites en grande quantité, le volume du grain augmente rapidement, parce qu'il est accru par la multiplication des couches et par l'épaississement de chacune d'elles. Quand, au contraire, ces couches primaires sont peu multipliées, c'est par l'épaississement des quelques couches qui existent que se fait surtout l'accroissement du grain, qui, malgré cela, peut devenir assez considérable. C'est qu'après que chaque couche a acquis une certaine épaisseur, il apparaît dans son intérieur d'abord une ou quelques stries parallèles aux surfaces de ces couches, lesquelles stries dénotent le dédoublement de chaque couche en strates secondaires principales, dans lesquelles s'effectuent ensuite de nouveaux dédoublements, d'où résultent des strates de troisième génération. Toutefois beaucoup de grains ne montrent que des strates secondaires fort minces, ***toutes semblables***, comme l'indique la figure 36, pl. 11.

Si la couche primaire s'est seulement divisée en couches secondaires, il ne reste, à la dernière phase de l'action du chlorure de chaux, que la strate brillante interne, et assez souvent aussi la strate externe, dans la production de laquelle a consisté le dédoublement primitif de la couche primaire; les couches secondaires nées entre ces deux membranes *d'* (pl. 12, fig. 89) ont été dissoutes. Quand l'épaississement de la couche primaire s'est partagé en plusieurs couches secondaires principales, dont chacune a ensuite formé un groupe de strates tertiaires, chaque groupe étant limité à l'intérieur par une strate brillante plus résistante, il reste, après que le chlorure de chaux a enlevé les couches les plus altérables, autant de strates brillantes réunies entre elles, comme l'indique la

figure 89, pl. 12, en *b'*, *f'*, qu'il y avait des groupes de couches engendrés par la couche primaire. Mais, je le répète, il ne reste souvent de chaque couche composée qu'une seule strate brillante, la plus interne. Il peut même arriver que les strates internes soient aussi altérables que les autres, dans ces grains où elles se distinguent à peine ou pas du tout des autres couches.

Cette figure 89, pl. 12, représente donc un grain d'amidon de la pomme de terre, qui a perdu une partie de sa substance sous l'influence du chlorure de chaux. En *a* était le centre organique, en *b* une couche simple qui s'était considérablement épaissie sur le côté opposé *b'*, de manière à former plusieurs composés de couches tertiaires, dont il ne restait que les couches brillantes unies entre elles comme l'indique *b'*; *d* était une autre couche primaire, dédoublée sur le côté opposé *d'*, entre les deux lames duquel côté avaient existé des strates secondaires dissoutes; la couche *f* avait produit deux composés de couches secondaires entre les lames désignées par *f'*.

Il semble donc, par l'inspection de couches qui se comportent comme *d* de la figure 89, pl. 12, que la couche primaire se soit fendue en *d'*, que dans la fente une sécrétion se soit épanchée, et qu'elle ait produit des couches secondaires. J'ai souvent observé l'apparence d'un tel dédoublement; mais, si c'est ainsi que s'accomplit toujours le phénomène, il ne donne pas toujours lieu au même aspect après ou pendant l'évolution des couches épaissies ou composées. Quelquefois, comme le montrent les couches *b*, *c*, *d*, *f*, de la figure 88, pl. 12, elles peuvent être simplement épaissies, en apparence homogènes comme la couche *c*, dans laquelle on ne distinguait de toute la masse que la bande brillante interne; ou bien elles peuvent se partager, comme les couches *b*, *d*, *f*, en plusieurs strates secondaires homogènes assez épaisses, bien plus épaisses que ne le sont les strates secondaires ou tertiaires des parties complétement développées, où elles sont très apparentes, et dans lesquelles l'épaisseur de ces strates secondaires ou tertiaires est toujours mince et sensiblement la même. Ces couches secondaires épaisses et homogènes devaient donc se diviser, à moins qu'elles ne le fussent déjà, et que leurs

strates constituantes fussent masquées par de la matière amylacée incrustante. Ailleurs, nous l'avons vu, la densité des couches composées va nettement en décroissant de l'intérieur à l'extérieur.

On voit, par ce qui précède, que, si les divers ordres de couches qui constituent les grains d'amidon ne présentent pas toujours identiquement la même apparence (ce qui peut tenir à des circonstances secondaires, comme l'activité de la végétation, l'abondance plus ou moins grande de la matière nutritive et incrustante sur telle ou telle partie), l'origine de ces divers ordres de strates, due à l'épaississement et à la division des couches primaires, n'est pas moins parfaitement établie. Il est aussi bien certain que, de même que dans beaucoup de cellules, la membrane mère ou primaire résiste davantage à l'action désorganisatrice de l'acide sulfurique, de même aussi, dans le grain d'amidon, les couches mères ou primaires se dissolvent moins aisément dans le chlorure de chaux que les couches secondaires, et qu'elles peuvent ainsi être isolées avec assez de facilité. Comme la substance qui reste, soit de la membrane interne seule, soit aussi quelquefois de la membrane externe (pl. 12, fig. 89), est beaucoup plus altérable par le chlorure de chaux que la cellulose, elle ne peut être confondue avec cette dernière ; elle constituerait une autre sous-espèce : le *métamylin*. Je n'avais pas cru d'abord devoir la distinguer du *paramylin* qui est plus soluble, et forme la substance non bleuissante des couches ternes ; mais la logique contraint à le faire, si l'on veut observer les principes adoptés en chimie. D'un autre côté, la membrane-enveloppe du grain d'amidon paraît avoir des propriétés différentes de l'*amylin*, du *paramylin*, du *métamylin* et de la *cellulose* proprement dite, etc., car je ne la retrouve plus pendant l'action du chlorure de chaux, quand les grains ont complétement perdu la propriété de bleuir par l'iode, tandis qu'elle reste seule après l'action du ferment de la salive. Il y aurait donc lieu de faire encore une nouvelle sous-espèce chimique ; tant il est vrai que l'on sera conduit, ainsi que je l'ai dit plus haut, à reconnaître que les diverses substances qui composent les grains d'amidon et les membranes cellulaires ne font qu'une espèce à divers degrés d'agrégation (elles ne donneraient lieu alors qu'à des variétés ou sous-espèces) ;

ou bien il faudra admettre un nombre considérable d'espèces chimiques, si, comme le fait M. Fremy, on donne le nom d'espèce à tout ce qui présente une résistance différente à l'action dissolvante de certains réactifs. Toutefois le changement d'état moléculaire que subit la substance des grains d'amidon, qui, de stratifiée concentriquement, devient fibreuse et à structure rayonnante (pl. 11, fig. 1), sans avoir perdu la propriété de bleuir par l'iode ; ce changement, dis-je, démontrant que la matière amylacée peut changer d'état d'agrégation, je me crois autorisé à penser que toutes les modifications signalées dans les grains d'amidon et dans les membranes cellulaires ne constituent qu'une seule espèce chimique.

Pour l'étude de la stratification du grain d'amidon, l'emploi du chlorure de chaux me paraît bien préférable à celui du ferment de la salive qui n'agit point avec régularité sur toutes les parties du grain à la fois. Le ferment de la salive, en effet, commence souvent par attaquer le grain sur un espace peu étendu, pénètre dans son intérieur jusqu'au centre, et de là étend son action dans des directions diverses, en sorte que certaines couches de la circonférence sont souvent attaquées les dernières sur une grande partie de leur étendue ; ou bien certaines zones restées intactes alternent avec d'autres qui ont été dissoutes entièrement, ou tout au moins en majeure partie. Dans tous les cas, jamais le ferment de la salive ne m'a montré les couches élémentaires que l'on découvre aisément par l'usage du chlorure de chaux.

Les grains les plus favorablement attaqués par le ferment de la salive, et ces circonstances sont rares, me montraient des strates blanches, brillantes, minces, qui ne bleuissaient point par l'iode, séparées par des couches beaucoup plus épaisses, en apparence moins compactes que les précédentes, et devenant rose violacé sous l'influence de l'iode. Mais ces dernières ne sont pas simples ; elles sont, nous l'avons vu tout à l'heure, très complexes, étant constituées par un nombre variable de strates minces que le chlorure de chaux met mieux en évidence. Au reste, dans le grain naturel, c'est-à-dire non traité par le chlorure ou par la salive, les strates brillantes, quand elles se distinguent bien des strates

plus ternes, bleuissent déjà beaucoup plus faiblement que ces dernières.

Le ferment de la salive, qui n'agit pas avec régularité, dissout cependant peu à peu toute la substance intérieure du grain, c'est-à-dire tout le contenu de la vésicule, de manière qu'après son action il ne reste plus que la membrane vésiculaire externe, mince, et ne bleuissant pas par l'iode; et, pendant quelque temps, cette vésicule contient encore, à la place du centre organique, un petit corps vésiculaire renfermant lui-même un liquide avec quelques granules en suspension. La membrane de ce petit corps vésiculaire central ne représente pas la couche la plus interne du grain d'amidon (elle est plus grande que cette dernière); mais elle est une des couches brillantes les plus résistantes de cette partie centrale du grain, et elle finit elle-même par disparaître comme tout le reste de la substance intérieure.

Après avoir décrit l'apparition des couches et leur épaississement, je signalerai le plus brièvement possible les diverses formes que prennent les grains d'amidon pendant leur accroissement.

Toutes les couches du grain d'amidon, ai-je dit plus haut, peuvent s'accroître également sur toute leur étendue; alors le grain conserve sa forme primitive; il reste globuleux ou ovale s'il avait dans le principe l'une ou l'autre de ces formes. Mais le plus communément, pendant que de nouvelles couches naissent autour du centre organique, les couches les plus âgées, c'est-à-dire les plus externes, s'épaississent les premières, et chacune des autres s'épaissit à son tour, suivant l'ordre de sa formation.

Quand cet épaississement est inégal dans chaque couche en particulier, quand elle s'épaissit d'un seul côté, ce côté correspond ordinairement aux parties épaissies des autres couches, en sorte que l'accroissement du grain devient unilatéral, comme le montrent les figures 37, 38 et 45 de la planche 9, et la figure 81, etc., de la planche 10.

Si l'épaississement de chaque couche embrasse une grande étendue de chacune d'elles, on a des grains qui s'éloignent peu de la forme globuleuse (pl. 10, fig. 87 et 88). Quand, au contraire, cet épaississement est limité à une petite étendue de chacune des

couches, on a un grain très allongé, cylindracé, comme ceux des figures 45 de la planche 9, 108 et 110 de la planche 10, 46 de la planche 11.

L'accroissement des couches présente encore d'autres modifications. Il arrive parfois que les couches les plus jeunes s'accroissant beaucoup plus vite que les plus anciennes, le grain, au lieu d'être cylindroïde, affecte une forme conoïde dans cette circonstance, le sommet du cône étant à l'extrémité la plus âgée (pl. 9, fig. 37, 38 ; pl. 10, fig. 85, 97, 98). D'autres fois, au contraire, les couches les plus âgées, tout en continuant à s'épaissir et à multiplier leurs couches secondaires, s'étendent aussi en largeur, de sorte qu'alors on a également un grain conique ; mais dans ce cas le sommet du cône est à l'extrémité la plus jeune du grain, c'est-à-dire près du centre organique (pl. 10, fig. 111 ; pl. 11, fig. 24). Ailleurs le centre organique occupe toujours le sommet d'un cône ; mais quand les couches ont acquis une certaine extension, elles s'arrêtent, et le grain est cylindroïde dans sa partie la plus âgée. Si ce sont les couches de la partie moyenne du grain qui prennent le plus d'accroissement en largeur, on a des grains à peu près ovales (pl. 10, fig. 89, 106, *a* ; pl. 11, fig. 10, 47, 48). Chez d'autres grains, les couches moyennes sont beaucoup plus développées que les couches extrêmes ; on a alors des grains, dont la forme se rapproche plus ou moins de celle d'un fuseau (pl. 10, fig. 90, 91, 92, 93, 94). Les grains amylacés de l'albumen du *Ravenala madegascariensis* sont naviculaires, ordinairement très grêles, souvent renflés d'un côté ou un peu courbés. Je les cite ici à cause de leur forme seulement, et non pour la disposition des couches. Ceux du *Ravenala guyanensis* sont le plus souvent polyédriques par pression (pl. 11, fig. 49, *b*, *c*, *d*), et quelquefois naviculaires comme en *a*, *a* de la même figure.

Enfin il arrive souvent que des grains qui, dans la première période de leur accroissement, étaient très allongés, ou seulement ovales ou elliptiques, s'épaississent par l'extension des couches en largeur, se rapprochant graduellement de la forme globuleuse, et fréquemment même la dépassent, de sorte que d'allongés qu'ils étaient suivant l'axe d'épaississement primitif, ils deviennent dé-

primés suivant le même axe. L'amidon des écailles du rhizome bulbiforme du *Lilium candidum* paraît offrir des exemples de ce phénomène. Je l'ai remarqué à un bien plus haut degré dans le fruit du *Musa sinensis*, dont les grains dans le jeune âge sont presque toujours plus ou moins allongés, souvent cylindroïdes (pl. 10, fig. 108, 110) ; tandis qu'ils sont beaucoup plus épais dans un âge avancé, et très souvent beaucoup plus larges que longs (pl. 10, fig. 109). L'amidon de la racine napiforme du *Zingiber Zerumbet*, et celui du rhizome du *Cucurma rubescens* (pl. 10, fig. 111 et 112) présentent aussi ces formes extrêmes ; mais je ne saurais affirmer pour ces plantes si les grains semblables à la figure 112 ont passé par la forme cylindroïde ou ovale.

Ce phénomène a déjà été signalé par M. Nägeli. Il y aurait ainsi, au moins chez certains grains d'amidon, deux périodes d'accroissement : dans l'une, le grain s'allonge ; dans l'autre, il s'épaissit. Chez beaucoup de sortes d'amidon, l'allongement et l'épaississement paraissent simultanés.

Il me reste encore quelques mots à dire au sujet de la disposition relative des couches. Jusqu'ici je n'ai indiqué que des grains chez lesquels les couches d'épaississement se sont toujours formées suivant un même axe ; mais il est des grains dans lesquels la direction de la multiplication des couches change, de manière qu'après s'être reproduites suivant un certain axe, elles se forment plus tard suivant un autre axe, qui est quelquefois tout à fait perpendiculaire au premier. Les grains d'amidon du *Dieffenbachia Seguine* fournissent fréquemment de beaux exemples de la déviation de l'accroissement primitif. Nous avons vu déjà que les grains, représentés par les figures 40, 41 et 46, pl. 9, avaient commencé par le pédicule *p*, que leurs couches se sont d'abord multipliées suivant l'axe de ce pédicule ; puis qu'une modification dans la nutrition étant survenue, l'accroissement devint beaucoup plus considérable, et la direction des couches nouvelles diamétralement opposée à la première.

Les figures 6 et 9 de la planche 11, qui représentent des grains d'amidon du *Phajus grandiflorus*, en sont aussi deux beaux exemples. L'examen de ces deux figures montre que le change-

ment de la direction des couches coïncide également avec un accroissement beaucoup plus considérable du grain.

Le plus ordinairement les grains ne s'accroissent en épaisseur que d'un seul côté. Il arrive néanmoins quelquefois que les couches s'épaississent sur deux points différents plus que sur les autres parties de leur étendue, comme l'indiquent les figures 82, 83, 84 de la planche 10, qui ont été fournies par des grains d'amidon vigoureux d'une jeune pomme de terre. Ces figures montrent que, chez ces grains, l'accroissement commençait à s'opérer suivant deux axes perpendiculaires l'un à l'autre. Des cas analogues aux précédents ne sont pas très rares dans la racine de Colombo. La figure 12, pl. 11, en est un exemple qui n'a point été choisi pour cet objet.

Un autre cas qui se présente aussi quelquefois est celui qui est offert par la figure 100 de la planche 10, chez laquelle on voit que les couches se multiplient suivant un même axe, mais sur deux côtés opposés du même grain. Cette disposition des couches est beaucoup moins commune que les précédentes. Dans cette figure 100, elle coïncide avec un autre phénomène dont je vais m'occuper tout à l'heure, savoir, avec la présence de deux centres organiques, deux centres de couches dans le même grain ; mais la disposition bilatérale des couches n'est point nécessairement liée avec la présence de ces deux centres organiques, ainsi que nous allons le voir par ce qui va suivre. Au reste, il suffira de jeter un coup d'œil sur les figures 9, 12, 13, 29, 30, pl. 11, pour en être immédiatement convaincu.

Après avoir signalé l'origine et la constitution des diverses couches des grains d'amidon, je dois insister sur le caractère le plus important de chacune d'elles. Ce caractère consiste, à mon avis, en ce que chaque couche a la propriété de végéter en quelque sorte comme un être isolé, puisqu'elle s'épaissit, et produit des couches secondaires en nombre plus ou moins considérable, sans rien recevoir du contenu de la cavité vésiculaire proprement dite. Cela est si vrai, que le contenu de cette cavité peut disparaître sans que la végétation du grain soit pour cela arrêtée. L'accroissement du grain est modifié, mais non suspendu. La figure 39

de la planche 9, qui représente un grain d'amidon du *Dieffenbachia Seguine*, lequel grain ne s'était pas épaissi à son point d'insertion sur le protoplasma de la cellule, offre un exemple de ce dont je veux parler. A ce point d'insertion, la paroi de la vésicule, loin de se couvrir de couches d'épaississement, avait été complétement résorbée, en sorte que le grain offrait là une petite ouverture qui mettait l'intérieur de la vésicule en communication directe avec le contenu de la cellule. L'intérieur d'un tel grain n'a plus les propriétés du centre organique du grain d'amidon entier.

Une telle ouverture latérale est assez souvent observée chez les grains amylacés du rhizome de l'*Iris florentina*. Elle est due aussi à la résorption de la membrane qui formait un canal de pore (pl. 9, fig. 78 *t*, 79 *t*, 80 *t*). C'est une semblable ouverture accidentelle que M. Payen considérait comme l'orifice infundibuliforme, par lequel la matière amylacée pénétrerait, suivant lui, pour accroître le grain et multiplier les couches. Ce phénomène n'est donc point très rare. L'amidon des souches des *Chelidonium majus*, *quercifolium*, etc., en offrent des exemples plus intéressants encore, sur lesquels je reviendrai en parlant des grains composés. L'inspection des figures 43, 45, 46, 47, de la planche 10, suffit pour faire comprendre que la couche amylacée, déjà formée au moment de la rupture de la membrane externe, peut, malgré cela, continuer de végéter et de s'accroître; car il est bien clair que la couche périphérique s'est épaissie (fig. 47, pl. 10) après que la cavité vésiculaire a été vidée du plasma amylacé qu'elle contenait.

L'amidon du fruit du *Solanum tuberosum* en présente aussi quelquefois des exemples très remarquables. Deux de ces exemples sont représentés à la planche 10 par les figures 102 et 103. Le centre de végétation des grains ordinaires était détruit. Il avait occupé l'ouverture *o* des figures 102 et 103, et, malgré l'absence du centre ordinaire de l'accroissement, ces grains avaient continué de se développer, comme le prouvent incontestablement l'allongement et le renflement des lobes de la figure 102, qui sont la partie visible, sous le microscope, de la paroi entourant l'ancienne cavité vésiculaire.

Chaque couche du grain d'amidon est donc, comme chaque

couche de la paroi cellulaire, le siége d'une végétation spéciale. Cette végétation particulière est si marquée dans les grains du fruit du *Solanum tuberosum*, elle lui donne un aspect si remarquable, que l'on est tenté de regarder chaque grain, quand il est très allongé, comme composé d'autant de petites cellules superposées qu'il y a de couches composantes (pl. 10, fig. 90 à 96, etc.). En effet, dans tous les grains représentés par les figures 90 à 99, pl. 10, le centre organique n'est pas enveloppé de tous les côtés par la couche qui l'a précédé immédiatement; il est disposé par rapport à cette couche, comme la cellule terminale d'un filament confervoïde par rapport à la cellule antérieure. Les grains, représentés par les figures 91, 92, 93 et 94, pl. 10, méritent surtout de fixer l'attention à cet égard. Beaucoup de ces grains rappellent aussi la structure des cellules annelées. Cependant, quand on étudie, après l'action du chlorure de chaux, des grains comme ceux dont les figures 90, 91 et 92 sont l'image, on observe entre les anneaux, des couches secondaires que l'on n'apercevait pas avant l'action du réactif. Les anneaux brillants, saillants, de ces grains singuliers, sont les analogues des strates brillantes des grains d'amidon de la pomme de terre, etc., décrites plus haut.

L'étude de l'amidon du fruit du *Solanum tuberosum* est intéressante encore à plus d'un titre. J'aurai par la suite l'occasion d'en parler de nouveau. Je me contenterai de signaler ici un fait qui m'a tenu quelque temps dans l'indécision. Il consiste en ce que certains grains, surtout ceux qui se contournent pendant leur accroissement, comme le montrent les figures 97 et 98, pl. 10, portent souvent à leur surface des stries, des lignes, qui ont une direction tout à fait différente de celles de la stratification du grain (pl. 10, fig. 99). Après un examen très souvent répété, je suis porté à croire que ces stries superficielles sont dues à des plis de la vésicule chlorophyllienne persistante dans laquelle le grain est né, laquelle ici n'aurait pas été résorbée, et se trouverait pressée sur le grain, au lieu d'en être distante comme dans les figures 2 et 3, pl. 5.

B. Grains composés.

La pluralité des centres organiques que je signalais tout à l'heure a préoccupé beaucoup les anatomistes. Nous avons vu que c'est sur elle que M. Fritzsche a fondé la théorie de la superposition des couches ou de l'accroissement centrifuge du grain, théorie qui fut adoptée par MM. Treviranus, Meyen, Schleiden, Al. Braun, Unger, Schacht et Henfrey. Ce phénomène est, en effet, très remarquable, et l'on comprend que l'aspect de grains comme ceux que montrent les figures 12, 13 et 15, de la planche 11, ait trompé les premiers observateurs; mais ce que l'on conçoit moins, c'est que ceux qui depuis ont adopté les idées de M. Fritzsche, n'aient pas eu l'occasion de reconnaître leur erreur, sur un point aussi intéressant que celui du développement du grain d'amidon, qui touche à tant d'autres questions fondamentales. L'origine de cette structure singulière était donc une question très importante à élucider.

Nous avons vu que déjà MM. Münter, Hartig et Nägeli l'avaient envisagée à un point de vue plus convenable; mais le premier avoue qu'il est impossible, dans l'état actuel de la science, de dire ce qui se passe dans l'intérieur du grain, et le second et le troisième en ont donné des explications plutôt que la démonstration. Pour bien comprendre cette structure, il faut avoir vu ce qui s'accomplit dans l'intérieur de la vésicule mère à l'origine de certains grains simples et de certains grains composés, plus favorables à l'observation que la plupart des autres grains. Tous les grains n'étant pas également propres à cette démonstration, il n'est pas étonnant qu'elle n'ait pas encore été donnée avec toute la précision désirable. On se rappelle que M. Hartig prétend que les grains composés ne diffèrent des grains simples qu'en ce que la membrane astathe, ou mieux tout simplement l'astathe, serait formée des granules normaux, qui ne seraient pas soudés en lames ou couches continues, concentriques et spiralées, comme cela a lieu pour les grains simples et pour les parois des cellules. M. Nägeli dit que le noyau se divise, et que chaque division devient un noyau de second

ordre qui s'exfolie comme le noyau originel; et il entre au sujet de cette division dans des considérations qui prouvent qu'il ne l'a pas prise sur le fait, non plus que la formation des grains composés qu'il appelle *vrais*, dont il ne dit que les quelques mots que j'ai rapportés plus haut, et qui se réduisent à ceci : Quand le noyau se fend, se divise de très bonne heure, on a des grains composés; quand il ne se fend que très tard, après avoir produit de nombreuses couches d'épaississement, on a des grains demi-composés.

Après avoir exposé les diverses phases du développement des grains simples, il doit paraître plus rationnel de décrire l'évolution des grains nommés *demi-composés* par M. Nägeli, *monstrueux* par M. Fritzsche. Cependant, pour ne pas être obligé à une répétition des mêmes faits, je décrirai tout de suite la formation des grains composés proprement dits, que la plupart des auteurs actuels regardent comme des grains agrégés accidentellement. Je reviendrai ensuite aux grains monstrueux de M. Fritzsche ou demi-composés, qu'il serait plus convenable d'appeler *grains tardivement composés*.

L'exposition des phénomènes que présente le développement des grains composés me ramène tout naturellement à ce que j'ai vu dans beaucoup de jeunes grains d'amidon de l'*Iris florentina*. J'ai dit plus haut que, dans ces jeunes grains, quand ils sont suffisamment transparents, on aperçoit un liquide tenant en suspension des sortes de flocons, dont on constate parfois le déplacement. J'ai dit aussi que cette matière se condense peu à peu, se solidifie sur la paroi interne de la vésicule, de manière à constituer une couche non interrompue comme dans les figures 51, 52, 53, 60, pl. 9, ou une couche qui présente çà et là des interruptions, comme dans les figures 54 *t*, 59 *t*, 77 *t*, pl. 9, ou de fortes inégalités, comme dans les figures 82, 56, 57, 58, 59, ou même des cloisons complètes, comme dans les figures 55 *s*, 61 *s* et 81.

Quand il y a des interruptions dans ces couches ou seulement des inégalités, on voit les dépôts partiels, ou ces inégalités, manifester une végétation propre, grossir (pl. 9, fig. 67 *a*, *b*, *d*, *e*, *f*), et remplir peu à peu la cavité originelle *c* de la vésicule. Dans le grain

représenté par cette figure 67, il y avait cinq interruptions de la couche protoplasmique amylacée, et par conséquent cinq masses plasmiques. Ces petites masses, en végétant, ont tuméfié la vésicule mère, et lui ont fait prendre une forme irrégulière. Chacune de ces masses peut se comporter comme la vésicule primitive ; diverses parties de leur contenu peuvent de même s'individualiser, et déterminer à la surface du grain ces petites protubérances que l'on remarque dans les figures 68, 69, 70, 71 et 72, pl. 9. On aperçoit même quelquefois encore pendant assez longtemps la trace de la cavité vésiculaire originelle (pl. 9, fig. 62 *c*, 70 *c*), trace qui ne peut être méconnue, quand on a d'ailleurs sous les yeux des exemples comme ceux qui sont donnés par les figures 63 *c*, 67 *c* et 64 *c*, pl. 9, dans lesquelles la lettre *c* indique ce qui reste de la cavité. Les figures 63 et 64 montrent de plus que chaque portion protoplasmique individualisée avait déjà sa petite cavité particulière *d*. La figure 63 en *d'*, et aussi la figure 65 en *d*, *d*, pl. 9, prouvent quelque chose de plus : c'est que l'individualisation peut se manifester dans le liquide même de la vésicule mère, puisque nous voyons, comme en *d*, *d* de la figure 65 et en *d'* de la figure 63, des points de la cavité vésiculaire, que n'envahit point dans son accroissement le protoplasma, qui peu à peu remplit cette cavité originelle *c*.

Ainsi la vésicule amylacée peut se diviser de trois manières différentes, et ces trois modifications peuvent être rencontrées dans la même espèce d'amidon (*Iris florentina*, etc.). Ce sont : 1° le cloisonnement qui se fait en même temps sur toute la largeur de la vésicule (pl. 9, fig. 55 *s*, 61 *s*, 81) ; 2° le cloisonnement centripète, effectué par la couche protoplasmique amylacée qui s'avance de la circonférence vers le centre, et étrangle en quelque sorte la cavité vésiculaire (pl. 9, fig. 65 et 63 *d'*) ; 3° la division du plasma amylacé en deux, trois, quatre ou plusieurs masses qui s'individualisent, et au milieu de chacune desquelles se fait ensuite une cavité, comme nous l'avons vu dans la vésicule originelle ou granule primitif de diverses plantes, dans la vésicule nucléaire naissante et dans diverses sortes de vésicules.

Le troisième mode de multiplication ou de division de la vési-

cule amylacée me paraît être de beaucoup le plus fréquent; mais il présente deux modifications principales : ou le contenu de la vésicule mère est peu riche en principe amylacé, ou bien ce contenu est très riche. Dans le premier cas, c'est-à-dire quand le contenu est moins riche en principe amylacé, nous le voyons se répartir au pourtour de la vésicule quand celle-ci grandit (pl. 10, fig. 27, 28, 29, 30), de la même manière que le protoplasma de la cellule, et se condenser comme nous l'a montré l'*Iris florentina*. J'ai fait remarquer, en parlant de l'amidon de cette dernière plante, que cette couche périphérique, de même, au reste, que toutes les strates des grains simples, a sa végétation propre, et que, si elle présente des inégalités ou des interruptions, chacune de ses parties peut s'individualiser, et former un grain partiel dans la vésicule mère. L'examen de l'amidon des *Chelidonium majus* et *quercifolium* est fort instructif sous ce rapport. On y trouve à la fois des grains simples et des grains composés, et même des grains surcomposés, dont l'origine est souvent plus facile à reconnaître que dans beaucoup d'autres plantes. En effet, on y aperçoit fréquemment les diverses formes suivantes : ce sont d'abord des grains simples pleins, très petits (pl. 10, fig. 25 et 26), qui, en s'étendant, présentent une cavité comme les grains des figures 27, 28 et 29, pl. 10. Chez la figure 29, la couche amylacée est déjà un peu inégale à l'intérieur; elle l'est davantage encore dans la figure 30. Dans la figure 31, pl. 10, quoique le principe amylacé soit beaucoup plus abondant, on y voit se dessiner assez distinctement quatre divisions. De telles divisions sont beaucoup plus nettement accusées dans les figures 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, pl. 10, où elles forment déjà des grains partiels assez bien circonscrits. Dans les figures 38 et 42, les grains partiels sont même devenus libres dans la vésicule mère; et, dans la figure 35, pl. 10, la vésicule mère est déchirée par l'accroissement des grains intérieurs. Dans la figure 50, pl. 10, plusieurs grains partiels naissaient à l'intérieur d'une vésicule très riche en principe amylacé, comme la vésicule de la figure 31. Dans la figure 48, pl. 10, les grains étaient plus nombreux encore et plus avancés; ils déterminaient des proéminences à la

surface de la vésicule mère. Dans la figure 49, pl. 10, les grains partiels devenaient eux-mêmes composés. On rencontre parfois de tels grains composés, autour desquels la vésicule mère originelle est encore visible.

A l'occasion de l'amidon des *Chelidonium*, j'ajouterai quelques mots à ce que j'ai dit de la résorption partielle de la vésicule mère chez l'*Iris*, le *Dieffenbachia*, etc. La vésicule amylacée, qui a donné la figure 40 de la planche 10, par exemple, était peu riche en plasma amylacé. Celui-ci ne revêtait qu'une partie de la face interne de cette vésicule, et se divisait comme dans les figures que j'ai citées plus haut. Dans une telle vésicule pauvre en matière amylacée, quand le plasma périphérique s'est emparé de toutes les substances assimilables du reste du contenu de la vésicule mère, la partie libre de celle-ci, c'est-à-dire la partie de la membrane qui n'est pas recouverte par du plasma amylacé, peut être résorbée (pl. 10, fig. 43, 45, 46, 47), et elle l'est peut-être nécessairement pour que toute la surface de la couche amylacée ou des grains partiels qui en sont nés, puisse prendre directement au contenu de la cellule les matières nutritives dont cet amidon a besoin. Dans une vésicule ainsi ouverte, la couche amylacée, entière comme dans la figure 43, ou divisée comme dans les figures 45 et 46, pl. 10, peut continuer à croître, ainsi que le prouvent des grains composés comme celui qui est représenté par la figure 47, pl. 10.

L'évolution de ces grains peu riches en matière amylacée, qui sont mêlés aux grains dans lesquels cette substance est beaucoup plus abondante, nous donne donc la clef de ce qui se passe chez les derniers, dans lesquels l'observation est ordinairement moins facile, et dont l'étude serait toujours assez imparfaite pour qu'il subsistât quelque doute sur l'interprétation des phénomènes, quoique certains grains se prêtassent un peu mieux que beaucoup d'autres à cette interprétation. De ce nombre sont les grains composés des *Chelidonium*, autour desquels on trouve souvent la vésicule mère, qui subsiste même parfois visiblement autour de grains surcomposés, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure.

A ces grains composés très riches en principe amylacé des

Chelidonium s'ajoutent aussi ceux des fruits charnus des Pomacées, ou au moins de quelques espèces, comme le *Cratægus pyriformis* (pl. 10, fig. 76, 77, 78), etc., et ceux de la souche du *Spiræa Ulmaria*, dont les figures 74 et 75 de la planche 10 représentent deux grains composés, dans lesquels on peut comprendre, d'après ce que j'ai dit, le mode de développement des grains partiels.

Il n'est pas besoin d'autre explication pour que les figures 9, 10, 14, 15, 11, 12, 16 et 13, pl. 7, fournies par l'amidon du bulbe du *Bletia Galeottiana*, soient comprises. Après la formation des grains partiels, la vésicule mère est déchirée ordinairement, et les met en liberté en les retenant assez souvent encore unis par les lambeaux non rompus de la vésicule, comme l'indiquent les figures 12 et 13, pl. 7.

C'est évidemment à un tel mode de division du contenu de la vésicule amylacée qu'appartient la production des grains partiels qui naissent tardivement dans des grains restés longtemps simples, c'est-à-dire quand ces derniers ont produit un grand nombre de couches concentriques, comme ceux des figures 84, 85, 100, 104, 106 *B*, de la planche 10, ou ceux des figures 9, 12, 14, 15, 29, 30, de la planche 11. Pour la pomme de terre, par exemple, il y a tout lieu de croire que la division du contenu, dont on distingue le mode avec précision dans la figure 19 de la planche 7 en *a*, *b*, *c*, *d*, qui représentent de très jeunes grains, est la même dans les grains beaucoup plus âgés des figures 84, 85 et 86, pl. 10, fournis par le même tubercule, et dans les grains du fruit de la même plante qui sont représentés par les figures 106 *B*, 100 et 104, pl. 10. C'est du partage du contenu plasmique de la vésicule, non encore stratifié, que résultent les grains partiels, de même que dans tous les exemples qui viennent d'être décrits.

Il est des cas très nombreux dans lesquels les phénomènes s'accomplissent un peu différemment en ce qui concerne la vésicule mère, car pour le reste tout est au fond analogue, semblable à ce que je viens d'exposer. En effet, nous avons vu que, suivant que la substance intérieure de la vésicule mère est plus ou moins riche en principe amylacé, il reste au début du grain composé une

cavité médiane plus ou moins grande (pl. 10, fig. 27, 31, 32, etc., et 28, 39, 30, 39, 40, etc.). Dans d'autres cas, et cela paraît avoir lieu dans les jeunes grains de la pomme de terre dont j'ai déjà parlé (pl. 7, fig. 19, *a*, *b*, *c*, *d*), l'existence d'une cavité centrale, comme en *b*, *c*, *d* de cette figure 19, ou son absence comme en *a*, *e*, peut tenir à ce qu'en *b*, *c*, *d* la vésicule mère se serait dilatée un peu plus vite que celle de *a* et de *e*, ce qui du reste correspond à peu près à une rareté de la substance amylacée. En *a* et en *e* de cette figure 19, pl. 7, ce contenu s'est donc tout simplement partagé, en *a* en deux parties, et en *e* en quatre parties, sans que ces parties se soient éloignées les unes des autres, parce que les vésicules étaient riches en plasma amylacé. Dans tous les cas semblables, et ils sont extrêmement nombreux, on n'aperçoit pas la vésicule mère au commencement (dans le grain naturel, sans l'emploi des réactifs), à cause de la grande ténuité de la membrane, et ensuite parce qu'elle se sectionne elle-même de très bonne heure.

Au début de ce mode de division, ainsi que le montrent les figures 90, 91, 92, pl. 9, et les figures 7, 9, 18, 65, 66, pl. 10, la division du contenu est plus marquée au centre du grain que vers la périphérie.

On a déjà pu remarquer, par l'inspection des figures que je viens de signaler, que la cavité des grains partiels peut apparaître de très bonne heure. Chez le *Dyckia remotiflora*, je l'ai observée à peu près en même temps que la division du contenu. Elle est indiquée par les ponctuations noires des figures 3, 7, 9, 10 et 11, pl. 10. Dans l'*Avena pubescens*, j'ai vu la cavité se montrer même avant la division apparente du contenu (pl. 9, fig. 87 *c*, 88 *c*, 95 *c*). Cependant on trouve tout à côté de semblables exemples, d'autres grains chez lesquels le partage du contenu précède l'apparition de la cavité de chaque grain partiel (pl. 9, fig. 92 *f*, 99 *f*, 105 en *b*, *b'*, *b''*, 106). Dans cette dernière figure, qui représente un grain composé de six grains partiels, un seul de ces six grains secondaires a sa cavité visible, en *c*; dans la figure 105, qui montre sept divisions, quatre grains secondaires seulement ont une cavité apparente. Chez d'autres grains bien

plus jeunes que ceux-ci, l'apparition des cavités n'a pas lieu non plus simultanément, par exemple chez les grains représentés par les figures 87 et 91, pl. 9.

Malgré cette diversité dans l'apparition des divisions et des cavités (je ne dis pas dans la formation, parce que les divisons ou les cavités pouvaient exister avant qu'on les vît au dehors) leur étude peut cependant quelquefois servir à déterminer l'âge relatif des différentes parties d'un grain composé. Ainsi l'examen de la figure 104, pl. 9, fait présumer que le grain qu'elle représente provient d'un grain ternaire, comme celui de la figure 96, dont un des trois grains partiels (*c'*, fig. 104) aurait produit le grain partiel *d*. Cela résulte plus évidemment de l'aspect de la figure 105, pl. 9. Les trois grains partiels *a*, *a'*, *a''*, ont dû commencer le grain composé. De la végétation du grain secondaire *a'* sont nés successivement les grains partiels *b*, *b'*, *b''* ; tandis que *a''* a donné naissance au grain secondaire *c*. Les figures 68, 70, 71 et 72, pl. 9, présentent à l'extérieur des caractères d'une telle végétation des grains secondaires, bien que l'on ne distingue pas à l'intérieur des cavités qui doivent y correspondre, comme on les voit en deux endroits de la figure 69, *c*, *c'*, pl. 9. Dans la figure 84, pl. 9, qui montre un grain se divisant en série linéaire, on n'aperçoit de cavité que dans l'une des divisions extrêmes *c*. Dans la figure 111, pl. 9, on n'aperçoit pas du tout de cavité ; tandis que dans la figure 110 on en découvre dans les trois grains partiels.

Il peut donc exister des grains partiels comme des grains simples qui soient complétement remplis par la matière amylacée, même après la dessiccation. Ce sont ceux dont le plasma amylacé central est tellement riche, que l'évaporation de l'eau ne détermine pas même de contraction. L'amidon de l'*Avena hirsuta* que j'ai examiné était dans ce cas. J'en ai représenté divers degrés de développement dans les figures 112 à 118 de la planche 9. La figure 118 en montre un grain globuleux simple ; la figure 117, un grain qui s'est un peu allongé et partagé en deux ; la figure 116 un grain divisé en trois ; celui de la figure 115 l'est en quatre ; ceux des figures 114 et 113 en plusieurs ; enfin le grain repré-

senté par la figure 112 possédait un plus grand nombre de grains partiels résultant sans doute de la subdivision des premiers, et ces grains partiels s'isolaient les uns des autres. L'absence de cavité dans ces grains partiels les fait ressembler à des cassures d'un grain simple.

Les grains d'amidon de l'*Avena strigosa*, de l'*A. brevis*, des *Arrhenatherum bulbosum* P. B., *avenaceum* P. B., présentent des phénomènes identiques. Il en est de même de l'amidon de bon nombre d'autres Graminées, de celui de l'*Alopecurus utriculatus* par exemple (pl. 10, fig. 17 à 21). Les figures 19 et 21 montrent des proéminences qui ont pour cause une végétation comme celle dont il a été souvent question plus haut. Les *Alopecurus agrestis* L. f., *nigricans* Horn., *geniculatus* L., *pratensis* L., présentent des grains composés analogues, mais à formes moins accidentées et plus régulièrement arrondies ou elliptiques que celles des gros grains de l'*Alopecurus utriculatus*. Les grains partiels sont aussi ordinairement plus petits que dans cette dernière espèce, surtout ceux de l'*Alopecurus pratensis*.

Parmi les *Eleusine*, l'*E. coracana* L. est l'espèce qui m'a offert les plus gros grains partiels résultant évidemment de la division d'un grain simple. Les grains composés sont généralement gros, ainsi que chez les *Eleusine oligostachya* Lamk., *Figarei* Del., *indica* Del.; mais les grains partiels chez ces trois dernières espèces sont un peu moins volumineux.

L'étude de l'amidon du genre *Phleum* est aussi fort instructive, principalement celle des *Phleum annuum* Bbrst., *pratense* L. et *nodosum* L., chez lesquels la division est très manifeste et produit des grains composés assez volumineux. La figure 12 de la planche 10 fait voir un tel grain du *Phleum annuum*.

Dans les *Phleum annuum* et *pratense*, de même que dans beaucoup de Graminées, les grains simples et les grains partiels sont ordinairement creux ou du moins fort souvent. Ils sont aussi le plus fréquemment très anguleux (pl. 10, fig. 13) comme les grains partiels en général; mais un examen attentif fera distinguer de jeunes grains composés qui résultent de l'accroissement de ces grains simples et peut-être aussi de grains partiels, car ici il n'est pas

possible de distinguer ceux-ci des premiers, quand ils sont isolés. Ces grains s'arrondissent en grossissant et se divisent comme l'indique la figure 14, pl. 10, c'est-à-dire à la manière des grains du *Chelidonium* peu riches en principe amylacé, mentionnés plus haut.

Chez le *Phleum asperum*, au contraire, les grains composés et leurs grains partiels ont à peu près le même aspect et la même dimension que ceux de l'*Avena hirsuta*, représentés à la planche 9 par les figures 112 à 118, c'est-à-dire que ces grains partiels sont gros et pleins. Si l'on n'avait que de tels grains partiels, on pourrait croire qu'ils résultent de la cassure des grains simples, et les nommer *grains de cassure* (*Bruchkörner*) avec M. Nägeli (*Die Stärkekorner*, page 1); mais ce nom est tout aussi défectueux que celui de *grains demi-composés* appliqué aux grains monstrueux de M. Fritzsche, puisqu'il implique une idée tout à fait fausse des phénomènes; mais l'observation de grains comme ceux qui sont représentés en voie de multiplication par les figures 85 à 107 de la planche 9, pour l'*Avena pubescens*, par les figures 3 à 11 de la planche 10, pour le *Dyckia remotiflora*, etc., ne permet pas de s'arrêter à une telle supposition. Il y a donc des grains partiels pleins (*Avena hirsuta*, pl. 9, fig. 112) et des grains partiels creux (*Avena pubescens*, pl. 9, fig. 94, 97, 98; *Dyckia remotiflora*, pl. 10, fig. 4, 5, 6, 8, etc.). Les grains partiels de l'*Avena sativa* en fournissent de beaux exemples, dont je n'ai pu figurer qu'un seul, faute d'espace (pl. 9, fig. 119). Ces grains partiels creux se rencontrent chez beaucoup de plantes, et en particulier chez bon nombre de Graminées qu'il est inutile de nommer ici.

Toutes les plantes qui contiennent de l'amidon en grains ordinairement simples, ont aussi quelques grains composés plus ou moins rares. Ce sont le plus souvent des grains binaires, ternaires, quelquefois quaternaires, plus rarement à un plus haut degré de multiplication. Chez quelques végétaux ces grains doubles, triples et quadruples sont en beaucoup plus grande quantité, par exemple dans la racine de Salsepareille; ils paraissent même prédominer dans les bulbes du *Crocus sativus*, du *Colchicum autumnale*, dans la souche des *Arum*.

De tels grains binaires ou ternaires sont aussi très communs dans l'*Anthurium crassinervium* Schott. Les grains simples, dans l'albumen frais de cette plante, montrent parfois une assez grande cavité, ayant la couche amylacée inégale ou irrégulièrement épaissie. Quelques-uns de ces grains se renflent sur un point de leur surface, et une séparation apparaît à l'extérieur quand le renflement est assez considérable. On a alors un grain double, qui peut devenir triple par le développement d'une autre protubérance semblable. Je n'ai point trouvé dans cette plante de grain très compliqué, mais dans le *Dracunculus vulgaris*, il y en a de beaucoup plus complexes qui paraissent résulter de la division des grains simples. Cependant je ne saurais dire si tous les grains composés de cette plante ont une telle origine, ou s'il en existe qui naissent comme ceux de l'albumen des *Arum italicum* et *vulgare* (pl. 8, fig. 29, 30 et 31) sous la forme de grains multiples, parce que je n'ai pas étudié leur évolution dans le jeune albumen du *Dracunculus*. On les confondrait avec ceux des *Arum* si l'on ne consultait que l'analogie; toutefois, la fréquence des grains doubles, triples, quadruples, sextuples et de degrés de division intermédiaires entre ceux-ci et les plus composés sont si fréquents, qu'il y a beaucoup de probabilité pour croire qu'une partie, au moins, de ces derniers, sinon tous, ont été formés par la division de grains simples dans l'origine.

Il n'en est pas de même dans l'albumen des *Arum italicum* et *vulgare*. Là les grains binaires, ternaires, etc., sont très rares. On ne trouve presque, dans les cellules du fruit mûr, que de gros grains composés ou plutôt multiples, entourés de très petits grains simples très anguleux et de même dimension que les grains partiels constituant les précédents. Il est vrai malgré cela que des grains binaires et ternaires s'aperçoivent quelquefois dans de jeunes albumens, quand les grains d'amidon isolés n'ont pas encore été déformés par la pression. La production des grains multiples de ces *Arum* ayant été décrite dans le chapitre sur la naissance des grains d'amidon, et représentée par les figures 24 à 35 de la planche 8, je n'ai pas lieu de m'y arrêter davantage.

On voit par ce qui précède que le plus ordinairement les grains

composés vrais existent dans les cellules en même temps que des grains simples. Il est au contraire des plantes dans l'albumen desquelles tous les grains sont composés. De ce nombre sont le *Victoria regia*, le *Nymphæa alba* et le *Nuphar lutea*. On peut assez facilement s'assurer de l'existence d'une membrane ou vésicule autour de ces grains composés; mais pour la découvrir il ne suffit pas d'examiner l'amidon dans l'eau, parce qu'alors les grains se gonflent, la pellicule se crève, et ses fragments sont emportés par les grains partiels de la périphérie, de manière à n'en laisser voir aucune trace. Il faut, pour apercevoir la membrane commune ou vésicule mère, dissoudre avec la solution concentrée de chlorure de zinc ou l'acide sulfurique les granules amylacés qu'elle enserre. Alors même on n'arriverait pas à une conviction si l'on examinait des grains composés isolés; il faut étudier des tranches minces de l'albumen, dans lesquelles les grains, pressés les uns contre les autres, ne peuvent se dilater aussi librement sous l'influence du réactif. Dans cette circonstance les grains partiels sont dissous et les vésicules restent seules sous la forme d'un parenchyme extrêmement délicat. Pour arriver aisément à un bon résultat, on place les tranches très minces de l'albumen dans l'eau, on colore par l'iode, on recouvre d'une lame de verre et l'on ajoute sur le côté de celle-ci l'acide sulfurique ou la solution de chlorure de zinc, de manière que le réactif parvienne à l'amidon seulement graduellement. On peut suivre ainsi toutes les phases de la réaction. La matière amylacée se dissout, et, à la fin, il ne reste de chaque grain composé qu'une vésicule qui paraît incolore, même après l'action de l'iode et de l'acide sulfurique ou du chlorure de zinc.

Il existe des grains d'amidon composés qui ont à peu près le même aspect dans l'embryon de l'*Entada Pursætha*, mais je n'ai pu constater de membrane à leur pourtour. Dans des semences imparfaitement mûres, j'ai pu m'assurer que ces grains composés commencent par des globules homogènes, dans lesquels les grains partiels apparaissent plus tard. Ces grains composés sont globuleux, ovoïdes ou elliptiques (pl. 10, fig. 69, 70 et 71). La figure 71 en représente un dont les granules partiels sont en partie isolés.

Les grains composés, ou en apparence composés (car je n'ai pas étudié leur développement) du *Bosea yerva morea*, présentent une particularité très remarquable. Ils ont vers le centre une tache noire qui les fait paraître ombiliqués; mais quand on les gonfle un peu par de l'acide sulfurique ou du chlorure de zinc, que l'on fait arriver à leur contact avec beaucoup de précaution, pour ne pas isoler leurs fins granules constituants, on reconnaît, surtout lorsqu'ils sont en mouvement, que cette tache est due à un petit espace central rempli de gaz; ce qui ferait supposer que les granules sont nés dans un globule plasmique et de la circonférence au centre, comme cela paraît avoir lieu dans la production des grains multiples de certaines Graminées, dont l'évolution a été décrite en traitant de la naissance de l'amidon. Autour de ces grains du *Bosea*, pas plus qu'autour de ceux des Graminées, je n'ai pu me convaincre de l'existence d'une membrane.

Ce que j'ai dit de l'origine des grains composés proprement dits me permet de revenir aux grains tardivement composés dont l'interprétation sera désormais facile. Nous avons vu, en effet, que le plasma contenu dans la vésicule mère amylacée peut donner naissance à des vésicules secondaires, par des modes comparables à ceux que l'on remarque dans les cellules, pendant la production des vésicules amylacées elles-mêmes ou d'autres vésicules dans certaines circonstances. Par un quelconque de ces modes, mais surtout par le troisième, que j'ai signalé comme le plus fréquent, il y a division du plasma amylacé en deux ou plusieurs masses, d'où résultent autant de grains partiels ou secondaires.

Tantôt cette division du contenu de la vésicule amylacée a lieu de très bonne heure, dès le début des grains, ainsi que le fait voir l'inspection de très jeunes grains (pl. 7, fig. 19, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*) : il en résulte tout de suite des grains composés; tantôt cette division du contenu n'a lieu que fort tard, quand un grand nombre de couches ont déjà été produites, comme le montrent encore d'autres grains du même tubercule du *Solanum tuberosum* (pl. 10, fig. 84, et 85, *a*, *b*) et des grains du fruit de la même plante (pl. 10, fig. 106, *B*). Après la division, chaque petite masse protoplasmique nouvelle peut continuer de sécréter des couches

concentriques qui lui sont particulières, comme le faisait le contenu du vieux grain simple primitif.

Dans les grains représentés par les figures 84 et 106, *B*, de la planche 10, le contenu venait de se diviser; il n'y avait encore qu'une couche autour du plasma amylacé. Dans les autres grains représentés par les figures 100, 104, pl. 10, chaque nouveau centre de végétation avait déjà donné plusieurs couches concentriques.

Dans la figure 85, pl. 10, le contenu qui s'était d'abord divisé en deux parties *a*, *b*, recommence dans l'une d'elles, *b*, à se partager en deux nouveaux centres de végétation. Enfin, dans la figure 104, pl. 10, les deux grains partiels *a*, *b*, ont végété pendant quelque temps avant de se diviser; ils ont produit tous deux plusieurs couches concentriques, puis le contenu de l'un deux, *b*, a engendré deux nouveaux grains partiels de troisième ordre, qui avaient déjà donné plusieurs couches concentriques quand je les observai. Ce sont de tels grains que M. Fritzsche a qualifiés de monstrueux, que M. Nägeli a nommés *grains demi-composés*. Cette dénomination ne me paraît pas bonne parce qu'elle tend à séparer des phénomènes tout à fait identiques. Que la division du contenu se fasse quand il n'y a qu'une couche enveloppante, comme dans la figure 19 de la planche 7, ou qu'elle s'effectue quand il y en a deux, trois, dix ou cent, le phénomène est le même, et les grains qui en résultent doivent prendre également le nom de *grains composés;* c'est pourquoi je préférerais appeler les derniers, *grains tardivement composés*. Il est évident que ce qui s'est passé dans le grain représenté par la figure 85, pl. 10, est l'équivalent de ce qui est arrivé dans le grain de la figure 86, pl. 10. Seulement l'un a commencé à se diviser dès son plus jeune âge, tandis que l'autre avait déjà produit plusieurs couches concentriques avant de produire des grains secondaires.

Les grains d'amidon du rhizome du *Canna gigantea* offrent une belle démonstration de la même vérité, sous une forme différente. La figure 19, pl. 11, représente un tout jeune grain naissant; la figure 22 en représente un qui n'a encore que quelques couches d'épaississement, et la figure 24 est l'image d'un grain considé-

rablement accru sans s'être divisé. La figure 20, pl. 11, simule un grain extrêmement jeune qui s'est déjà partagé en deux, et l'une des divisions est déjà un peu plus grosse que l'autre. Dans la figure 21, pl. 11, les deux divisions, ou grains partiels, continuent de croître l'une à côté de l'autre, mais l'une l'emporte sur l'autre par son accroissement. Dans la figure 28, pl. 11, deux grains partiels, nés aussi dès le début du grain originel, continuent également de végéter l'un à côté de l'autre, en produisant chacun ses couches particulières, qui sont déjà très nombreuses. Dans la figure 25, pl. 11, trois grains partiels viennent de naître. Dans la figure 26, le grain originel s'était allongé davantage, et à mesure qu'il s'allongeait, il produisait des grains partiels nouveaux, car il est évident que l'extrémité *a* était plus âgée que l'extrémité *b*. Ce grain offrait donc déjà quatre grains partiels. Dans la figure 27, quatre grains partiels nés de cette manière ont continué leur végétation en restant réunis. Chacun d'eux avait déjà de nombreuses couches d'épaississement.

Chez le grain d'amidon du même rhizome de *Canna gigantea* représenté par la figure 29, pl. 11, le grain originel avait déjà un grand nombre de couches *a* quand le contenu plasmique s'est divisé en deux parties. Les deux grains partiels qui en sont résultés se sont ensuite accrus considérablement. Dans la figure 30, pl. 11, le grain primitif *a* était plus avancé encore quand il a commencé à se diviser. Il donna d'abord deux grains partiels *c* et *b*. Le grain partiel *b* a végété sans se subdiviser. Le grain secondaire *c*, après avoir produit quelques couches, a donné naissance à deux grains tertiaires *d*, *d'*, qui avaient pris déjà un accroissement notable. Il est bien évident que l'on ne peut pas séparer par une dénomination différente les grains représentés par les figures 27, 28, et ceux qui le sont par les figures 29 et 30.

La division la plus tardive que j'aie remarquée dans le contenu de la vésicule amylacée, et qui montre que ce contenu a une végétation plus persistante que M. Nägeli ne paraît l'attribuer à son prétendu noyau, qui ne s'exfolierait qu'une, deux ou plusieurs fois dans les grains excentriques, me fut présentée par un énorme grain d'amidon du *Phajus grandiflorus*. Ce grain avait un dixième

de millimètre de diamètre, et cependant il avait produit tout récemment deux centres de couches ou grains partiels, qui sont représentés en *o*, *o*, dans la figure 9 de la planche **11**. Un tel exemple, et beaucoup d'autres semblables, justifient pleinement le nom de *grains tardivement composés*.

Relativement à l'extension des couches d'épaississement les premières formées, nous avons vu que cette extension peut varier suivant l'espèce d'amidon. Chez quelques plantes, les couches les plus âgées ne suivent pas les plus jeunes dans leur extension. Chez l'amidon du *Canna gigantea* au contraire (pl. 11, fig. 29 et 30), les couches extérieures suivent l'extension des grains partiels, en sorte que les grains composés qui en résultent, sont aussi larges à la base qu'au sommet.

Les grains composés du Colombo, si remarquables par les formes qu'ils affectent, ne peuvent malheureusement pas être suivis dans leur développement sur la plante vivante, que nous n'avons pas à notre disposition. Malgré cela leurs formes variées n'en sont pas moins très instructives, et peuvent même fournir de bons arguments contre la théorie de M. Fritzsche. J'ai déjà montré pour le grain représenté par la figure 14 de la planche 11, qui renferme quatre centres de végétation, que sa structure même ne peut être expliquée par la théorie de l'accroissement centrifuge. Quant aux formes indiquées par les figures 12, 12 *bis* et 15, pl. 11, il paraît bien évident que la forte dépression qui existe aux faces de contact n'est pas compatible avec la simple juxtaposition de deux ou de quatre grains globuleux dans un milieu où il n'y avait pas de forte pression, puisque autour d'eux (fig. 12 et 15) de nombreuses couches auraient pu se déposer librement, et puisque les grains composés qui en résultent ont des surfaces arrondies et ne présentent aucun indice de cette pression, pas plus que les côtés libres des grains partiels entourés par les couches communes enveloppantes, ou ceux des grains partiels non entourés par des couches communes (pl. 11, fig. 12 *bis*).

D'un autre côté les grains binaires des figures 12 *bis* et 13, pl. 11, offrent la disposition de tous les grains de ce genre très développés, c'est-à-dire que le côté le plus épaissi des grains

partiels est toujours du côté interne, du côté de la surface de contact. L'un des grains *b* a pris peu de développement dans la figure 13, tandis que l'autre *a* a produit de nombreuses couches d'épaississement. Les deux grains partiels de la figure 12 *bis* avaient un développement égal, comme c'est le cas le plus fréquent.

Enfin le grain composé représenté par la figure 16, pl. 11, qui laissait voir onze grains partiels sur le même plan (et il en contenait d'autres non visibles dans cette position), n'eût été, suivant M. Fritzsche, qu'au début du dépôt des couches communes, puisqu'il n'en eût existé qu'une seule encore, également épanchée sur toute la surface de cet assemblage de grains partiels, qui n'avait pas moins de 0,06 de millimètre sur 0mm,035.

Les grains tardivement composés les plus singuliers sont ceux que renferme le tubercule de l'*Aceras anthropophora*. Ce tubercule produit des grains excentriques, que je comparerai à ceux des figures 36 et 37, pl. 9, ne les ayant pas dessinés. Ils présentent aussi ordinairement une dépression à l'extrémité correspondante à *p*. C'est par cette extrémité que le grain devient composé. Là naissent une, deux ou plusieurs protubérances qui végètent et se multiplient tellement, que j'en ai compté jusqu'à dix-sept sur le même plan. D'autres protubérances ou grains secondaires peuvent naître également plus tard sur d'autres points du grain primitif. Quand l'extrémité *p* est devenue latérale, comme dans les figures 43 et 44, pl. 9, les protubérances sont latérales.

Tous les faits que j'ai décrits précédemment sont contraires à la théorie du développement centrifuge, qui n'a pour base que des hypothèses, dont le premier auteur, M. Fritzsche, avoue n'avoir pas cherché la justification en remontant à l'origine des choses.

Classification des grains d'amidon.

Les grains d'amidon peuvent être simples, composés et multiples ou agrégés.

Les *grains simples* sont globuleux (pl. 9, fig. 12), elliptiques (pl. 9, fig. 9), ovoïdes (pl. 10, fig. 106), pyriformes (pl. 10, fig. 101), conoïdes (pl. 9, fig. 38), virguliformes (pl. 10, fig. 97,

98, 99, 111), fusiformes (pl. 10, fig. 91, 93, 94; pl. 11, fig. 49, *a*), cylindroïdes (pl. 10, fig. 110; pl. 11, fig. 46), triangulaires (pl. 9, fig. 34, réniformes (pl 9, fig. 6, 44), ramifiés (pl. 9, fig. 46), polyédriques (pl. 11, fig. 49, *b*, *c*, *d*).

Les grains simples peuvent être pleins ou creux, suivant leur richesse en substance amylacée. Celle-ci peut être nettement stratifiée dans toute l'épaisseur du grain, indistinctement stratifiée ou pas du tout stratifiée. Quand ils sont creux, la cavité peut varier suivant la forme du grain : elle peut être arrondie, ovoïde, elliptique, allongée, triangulaire, irrégulièrement anguleuse ou étoilée. Cette cavité peut communiquer avec l'extérieur quand la vésicule mère a été résorbée sur un ou deux points de son étendue (pl. 9, fig. 78, *t*, 79, *t*, 80, *t*).

Les *grains composés* se divisent en grains :

1° Dépourvus d'enveloppe générale commune; ils sont formés de deux, de trois, de quatre ou d'un grand nombre de grains partiels (*Salsepareille*, *Avena*, *Arrhenatherum*, *Phleum*, *Eleusine coracana*, etc.).

2° Pourvus d'une enveloppe commune simple (*Victoria regia*, *Nymphæa alba*, *Nuphar lutea*, etc.).

3° Pourvus de plusieurs couches communes dont le nombre peut varier beaucoup (ce sont des *grains tardivement composés*). Dans ce cas, les grains partiels sont ordinairement en petit nombre et ils peuvent être de deuxième ou de troisième génération (Colombo, *Solanum tuberosum*, *Canna*, etc.).

Les *grains multiples* ou *agrégés* offrent trois modes d'agrégation des grains constituants : *A*. ou ces grains composants sont sécrétés par un globule plasmique (Phytolaccées, Chénopodées, Amarantacées, Caryophyllées, Portulacées, *Arum italicum*, *vulgare*, *Tradescantia subaspera*, etc.); *B*. ou ils naissent dans un grain de chlorophylle, ou dans une vésicule colorée en rouge, orange, etc., ou dans une vésicule à plasma incolore.

Ces deux sortes de grains agrégés, complétement développés, ne peuvent être distingués des grains composés vrais.

C. Les grains simples, les grains composés vrais ou les grains multiples ou agrégés de la première sorte, remplissant entièrement les cellu es, peuvent être unis les uns aux autres par la p re

sion, en masses denses, très dures, qui ont ordinairement la forme de la cellule et l'aspect corné (beaucoup de Graminées, d'Amarantacées, de Caryophyllées, etc.).

De très jolies agrégations de grains simples sont offertes par quelques Polygonées, telles que les *Rheum undulatum*, *rhaponticum*, l'*Emex spinosus*, etc.

Volume des grains.

Le volume des grains de l'amidon est extrêmement variable non-seulement dans des espèces différentes, mais encore dans la même espèce, suivant l'âge ou le degré de développement de ces grains, et aussi suivant l'organe dans lequel il est né. Dans le même organe le volume des grains variant suivant le degré d'accroissement de ceux-ci, il est souvent impossible d'indiquer le volume d'une espèce d'amidon déterminée. Ce qu'il y a de mieux à faire pour donner une idée assez exacte de la dimension des grains d'une espèce d'amidon, ce n'est pas de noter les *maxima* et les *minima*, c'est d'indiquer les moyennes par deux limites prises parmi les grains les plus communs, et de signaler en outre les *maxima*. Il est presque toujours inutile de donner les *minima* quand les grains sont de volumes très divers, parce que ces *minima* sont les mêmes chez une multitude d'espèces, la plupart des grains commençant par de très petites granulations. Cependant on peut mentionner, dans la description d'une sorte d'amidon, si les grains de petite dimension sont nombreux ou rares, car il arrive quelquefois que les grains sont tous à peu près égaux. Quelquefois aussi il y a des grains de deux volumes différents, ainsi qu'on le verra dans quelques Hordéacées, par exemple.

Mon but n'étant point de faire connaître exactement la dimension des sortes d'amidon que je vais signaler, mais d'indiquer quelques données générales sur l'amidon de divers groupes, ou sur celui d'espèces d'un même genre dans lesquelles il offrirait des différences remarquables, susceptibles d'être utilisées par les botanistes descripteurs, je n'entrerai donc point dans les détails que je viens de recommander à ceuxqui auraient à décrire ou à

comparer divers amidons du commerce, par exemple. Je me bornerai le plus souvent à signaler les *maxima*.

A. *Grains simples*. — Les limites extrêmes que j'ai trouvées entre les différentes sortes d'amidon complétement développé que j'ai examinées sont 0,0005 environ et 0,1000 de millimètre. La première mesure est celle des grains d'amidon de l'albumen du *Mirabilis Jalapa*, qui sont régulièrement petits. La mesure maximum m'a été donnée par un grain tiré du bulbe du *Phajus grandiflorus* (pl. 11, fig. 9).

En général, l'amidon qui naît en grains multiples de la nature de ceux des Chénopodées, des Amarantacées, des *Oxybaphus*, des Phytolaccées, des Commélinées, etc., est de petite dimension.

Parmi les grains simples, celui de l'albumen du *Bromus commutatus* est un des plus curieux par la régularité de sa forme elliptique et de son volume qui n'excède guère 0,003 de millimètre dans son grand diamètre.

Le grand axe des plus gros grains chez les *Bromus brachystachius* et *secalinus* est d'environ 0,005 à 0,0075 de millimètre. Les espèces du genre *Bromus* qui m'ont donné les plus gros grains sont les *Bromus tectorum* (0^{mm},02), *unioloides* (0^{mm},02), *sterilis* (0^{mm},02). L'amidon du *Brachypodium subtile* ressemble aux plus petites sortes des *Bromus*, aux *Bromus brachystachius* et *secalinus*.

Les Panicées que j'ai examinées ont des grains généralement assez petits. Ainsi dans le *Paspalum stoloniferum*, les plus gros grains ne dépassent pas 0,0075. Des *Panicum* cités plus haut, le *P. proliferum* offre les grains les plus volumineux, et ils ne sont communément que de 0,0075. Ils sont un peu plus gros chez le *Pennisetum longistylum*, où ils ont de 0,0075 à 0,01, et chez le *Pennisetum cenchroides*, où ils atteignent 0,01 et 0,0125. Ils sont un peu plus gros encore dans l'albumen des *Cenchrus echinatus*, où le maximum est de 0,02, dans celui du *Cenchrus spinifex*, où ils sont communément de 0,015, les plus gros étant de 0,025. Les plus volumineux du groupe des Panicées que j'ai étudiées appartiennent à l'*Anthephora elegans*, chez lequel ils ont jusqu'à 0,0325.

L'amidon des Andropogonées a beaucoup d'analogie avec celui des Panicées par ses caractères généraux. Voici la dimension des grains de quelques espèces : *Andropogon halepense* Sibth., peu de petits grains, communément 0,0125, les plus gros 0,0225 ; *Andropogon Ischæmum* L., comm. après le gonflement dans l'eau 0,005, les plus gros 0,0125 (la couche amylacée est fort mince) ; *Sorghum saccharatum* W., comm. 0,0075 à 0,0125, les plus gros 0,02.

De toutes les Graminées, les Hordéacées sont celles qui présentent les grains simples les plus gros, et ils sont toujours déprimés, lenticulaires. J'en ai mesuré de 0,0425 dans l'*Ægilops triaristata*, de 0,03 dans les *Æg. ovata* et *triuncialis*, de 0,0375 dans le *Triticum cristatum*, de 0,035 dans le *Tr. squarrosum*, de 0,03 dans les *Tr. rigidum*, *imbricatum*, de 0,02 dans le *Tr. caninum*, de 0,03 dans les *Elymus sibiricus*, *striatus*, *glaucifolius*, de 0,015 dans l'*E. tener*, de 0,03 dans le *Secale montanum*. A ces gros grains d'amidon sont mêlés des grains de volumes divers et beaucoup plus petits; mais dans certaines espèces, les grains sont de deux dimensions, gros et petits. Chez l'*Hordeum hexastichon* L., par exemple, les gros ont 0,025, et les petits ne dépassent pas 0,005 ; il en est à peu près de même dans l'*Hordeum macrolepis* Al. Br.

Les espèces de cette tribu chez lesquelles j'ai rencontré les plus petits grains d'amidon sont les *Hordeum murinum*, où le maximum dans le grand diamètre (car ils sont souvent un peu allongés) est de 0,0125 ; il est de 0,01 dans l'*Hordeum pratense*, de 0,0075 dans le *Triticum sylvaticum* Mœnch.

Chez les Cypéracées, l'amidon de l'albumen est généralement peu volumineux. Ainsi, dans les *Carex atrata* L., *distans* L., *ovalis* Good., etc., les grains ne dépassent pas 0,003 ; 0,004 dans les *C. hordeiformis* Vill., *pseudocyperus* L.; 0,005 dans les *C. caucasica* Stev., *paniculata* L.; 0,006 dans le *C. depauperata* Good. Les plus volumineux du genre *Carex*, parmi les espèces que j'ai examinées, m'ont été donnés par le *Carex pulicaris*, où ils ont fréquemment 0,0125 et 0,015. Dans l'*Isolepis setacea* R. Br., le plus grand diamètre ne dépasse guère 0,005 ; 0,0075 dans l'*Iso-*

lepis Holoschœnus R. et Sch.; ils ont quelquefois 0,01 dans l'*I. prolifera* R. Br.; 0,005 dans les *Scirpus atrovirens* W., *sylvaticus* L., etc.; 0,0075 dans le *Scirpus lacustris* L.; 0,005 dans le *Blysmus compressus*; 0,0075 dans l'*Eleocharis palustris* R. Br.; 0,005 dans les *Cyperus longus* L. f., *pygmæus* Rottb., *strigosus* W.; 0,0075 dans le *C. fastigiatus* Rottb., *flavescens* L., *vegetus* P., etc.; ils atteignent 0,015 dans le *Cyperus rotundus* L.

Dans l'albumen des Joncées, les grains d'amidon sont très déprimés. Chez les *Juncus bufonius* L., *Tenageia* W., *conglomeratus*, le maximum est d'environ 0,0125; dans celui des *Luzula campestris* L., *pediformis* DC., il est d'environ 0,015; dans le *Luzula spadicea*, il n'est guère que de 0,01; dans l'*Eriophorum vaginatum* le maximum est de 0,005.

Dans l'albumen du *Triglochin palustre* L., les grains d'amidon ne dépassent pas 0,0075; 0,01 dans l'*Alisma ranunculoides* L. f., le *Sagittaria lancifolia;* 0,0125 dans le *Butomus umbellatus* L. f. Ils ont communément de 0,002 à 0,003, plus rarement 0,005 dans l'albumen des *Cardamomum majus* et *minus*, et ils sont très souvent creux dans le *C. majus*. Ils n'excèdent pas 0,0075 dans le *Potamogeton perfoliatus*, l'*Acorus Calamus;* 0,005 dans le *Sparganium ramosum*. Les grains fusiformes les plus grands dans l'albumen du *Ravenala madagascariensis*, ont 0,04 de longueur sur 0,005 de largeur; ceux du *R. guyanensis* ont 0,015 sur 0,0075. Les grains amylacés atteignent 0,025 dans le corps ligneux de la racine de *Smilax Sarsaparilla*, et seulement 0,015 dans la partie corticale (les grains doubles, triples et quadruples y ont à peu près la même dimension). Dans l'albumen d'un *Bilbergia* indéterminé, le maximum est 0,03.

Dans le tubercule de l'*Orchis latifolia* le maximum est 0,04 sur 0,0275; il est 0,03 sur 0,02 dans l'*Orchis militaris* et dans l'*Aceras hircina*, 0,02 dans le *Platanthera chlorantha*. Dans les bulbes du *Phajus grandiflorus*, j'ai trouvé beaucoup de grains de 0,06 de longueur et très épais; le plus gros, dont j'ai parlé déjà, avait 0,1 de millimètre sur autant de largeur.

Les grains d'amidon du rhizome du Gingembre officinal sont très

comprimés, et les plus gros n'excèdent guère 0,025 de longueur sur 0,015 de largeur. Dans un jeune rhizome du *Zingiber Zerumbet* ils ne dépassaient pas 0,025 sur 0,015; mais dans une racine napiforme du même individu, les grains qui sont ovales, oblongs ou globuloïdes, atteignaient jusqu'à 0,0425 sur 0,0225 (je n'ai pas trouvé d'amidon dans les racines allongées, cylindroïdes). L'amidon du rhizome du *Canna gigantea* offre des grains simples qui ont jusqu'à 0,04. Les plus gros grains du fruit non mûr encore du *Musa sinensis* ont à peu près la même dimension, puisqu'ils ont jusqu'à 0,04 sur 0,025.

Dans l'albumen des Polygonées, les grains dépassent rarement : 0,0025 chez le *Rumex nepalensis* Sprg. (1); 0,006 dans le *R. pratensis* Kock; 0,0075 *R. crispus;* 0,01 dans les *R. parviflorus* F. et M., *polygonifolius* Jacq. f.; 0,005 à 0,006 dans l'*Emex spinosus*, le *Polygonum petiolare*; 0,015 dans le *Rheum undulatum*.

Dans l'embryon du *Laurus canariensis*, ils sont généralement de 0,004 à 0,01; *L. nobilis* de 0,005 à 0,0085.

Dans l'embryon des *Acanthus spinosus* et *mollis* les grains ont de 0,003 à 0,035 sur 0,0225. L'embryon des *Justicia flavicoma*, *furcata*, *abyssinica*, ne contient que de l'aleurone.

Dans les cotylédons du *Nelumbium codophyllum*, ils ont communément 0,0125 sur 0,0075 environ; les plus gros atteignent 0,02 sur 0,015.

Dans l'albumen du *Cistus creticus*, les grains sont communément de 0,01 sur 0,005, et le maximum est 0,0225 sur 0,0075; dans le *Cistus hirsutus* le maximum est 0,015 sur 0,01.

Dans l'embryon du *Carya amara* les grains sont petits (0,002 à 0,004), abondants avant la maturité, rares après.

Dans les Légumineuses, les semences paraissent renfermer plus souvent de l'aleurone que de l'amidon; cependant celui-ci prédomine dans les plantes suivantes, les trois dernières exceptées : *Cicer sativum*, *arietinum* où le maximum atteint 0,02 sur 0,015;

(1) *Note de l'auteur.* — Les grains d'amidon bleuissent peu par l'iode dans l'albumen du *Rumex nepalensis* que j'ai à ma disposition; il bleuit assez faiblement dans celui du *Rumex pratensis* et de plusieurs autres Polygonées.

Pisum sativum 0,035 sur 0,025; *P. arvense* 0,0275 sur 0,0175; *P. maritimum* 0,0225 sur 0,0175; *Ervum Lens*, *Ervilia* et *monanthos*, 0,03 sur 0,02; *Vicia Faba* 0,04 sur 0,0275; *V. sativa*, *pisiformis* et *villosa* 0,03 sur 0,02; *Lathyrus odoratus* 0,0325 sur 0,02; *L. rotundifolius* 0,0225 sur 0,015; *L. sylvestris* 0,0225 sur 0,0125; *Phaseolus lunatus* et *sphæricus* 0,0375 sur 0,025; *Ph. vulgaris* et *nanus* 0,03 sur 0,02; *Ph. multiflorus* 0,03 sur 0,015; *Dolichos sesquipedalis*, *sinensis*, *Lablab* 0,025 sur 0,175; *D. biflorus* 0,02 sur 0,0175; *D. unguiculatus* 0,175 sur 0,0125; *Arachis hypogæa* et *Onobrychis caput Galli* 0,0075; *Onobrychis sativa* 0,01, il n'existe pas dans toutes les cellules.

B. *Grains composés.* — Quand un organe renferme beaucoup de grains composés, les grains simples ne sont généralement pas volumineux, et les grains partiels n'ont communément qu'une assez petite dimension. Par ces mots, je ne prétends établir aucune loi, aucune règle générale; je veux seulement exprimer le principal résultat de mes observations, en exceptant toutefois les sortes d'amidon chez lesquelles le grain ne devient composé qu'à un âge plus ou moins avancé, lorsqu'il a déjà produit un assez grand nombre de couches d'épaississement, car alors les grains simples et les grains partiels peuvent acquérir de grandes dimensions. Dans la racine de Colombo, par exemple, j'ai trouvé des grains simples de 0,05 sur 0,04, et des grains composés de 0,06 sur 0,035 (pl. 11, fig. 14 et 16). On voit aussi par l'examen des figures 12, 13 et 15 pl. 11, que les grains partiels peuvent arriver à une grosseur assez considérable. On trouve des grains partiels quelquefois assez volumineux dans la racine de Salsepareille. Il y en a aussi d'assez gros dans quelques grains tardivement composés du fruit du *Solanum tuberosum* (pl. 10, fig. 100, 104, *a*, *b*) et même dans la Pomme de terre (pl. 10, fig. 86, *a*, *b*), et dans le rhizome de *Canna*, etc.

Dans les Graminées, le volume des grains composés et des grains partiels peut avoir une certaine importance, à cause de la diversité qu'il présente dans différents genres, ou même dans les espèces d'un même genre. Pour cette raison, je noterai ici le volume des grains composés et des grains partiels d'un certain

nombre d'espèces, en confondant sous le nom de grains composés tout ce qui en a l'aspect dans cette famille, puisqu'il est impossible, chez des semences mûres, de distinguer toujours avec certitude les grains composés des grains multiples ou agrégés. Les chiffres que je donne indiqueront toujours le volume maximum pour les grains composés, quand le minimum ne sera pas signalé particulièrement.

Poa arundinacea Link, grains composés de 0,04 à 0,05, grains partiels de 0,002 à 0,005; *Poa Eragrostis*, grains composés 0,03 sur 0,02, grains partiels 0,002 à 0,005; *Lolium perenne*, grains composés 0,03 sur 0,0225; *L. multiflorum* 0,0225; *Eleusine Coracana* L., grains composés 0,0275 sur 0,015, grains partiels génér. de 0,003 à 0,007, grains simples jusqu'à 0,01; *Alopecurus utriculatus*, grains composés de 0,015 à 0,025, grains partiels et grains simples de 0,0025 à 0,01; *A. pratensis* L., grains composés de 0,005 à 0,03 sur 0,015; *Phleum alpinum* L. f., grains composés 0,02, grains partiels communs 0,002 à 0,003; *Phl. asperum* H. P., grains composés 0,04 sur 0,025, grains partiels 0,005 à 0,0125; *Phl. Michelii*, grains composés 0,025, grains partiels 0,001 à 0,002; *Arrhenatherum bulbosum, avenaceum*, grains composés 0,0225, grains partiels gros; *Avena hirsuta*, grains composés 0,025, grains partiels gros, accompagnés de grains simples qui ont jusqu'à 0,02.

Dans les *Avena hirsuta*, *sativa*, *strigosa*, *brevis*, *fatua*, les grains composés et leurs grains partiels sont assez volumineux, tandis que l'*Avena myriantha* offre de petits grains composés, quelquefois de 0,01 sur 0,005, avec des grains partiels fort ténus. Cette dernière espèce présente en même temps des grains composés à grains partiels beaucoup plus gros et évidemment formés par la division de grains simples.

Les grains composés de l'*Aira flexuosa* atteignent jusqu'à 0,025 sur 0,015, et les grains partiels ont communément 0,005. Il y a aussi des grains simples globuleux qui ont souvent 0,005 et parfois 0,0125. Dans les *Aira pulchella* Willd., *præcox* L. et *caryophyllea*, au contraire, les grains composés atteignent rarement 0,01, et les grains partiels ont seulement 0,001 environ.

Dans les *Festuca*, certaines espèces ont les grains composés et les grains partiels assez volumineux. Ce sont, entre autres, les *Festuca maritima* DC., *gigantea* L., à grains composés de 0,007 à 0,025, à grains partiels communément de 0,002 à 0,003, à grains simples de 0,005, creux; *Festuca Drymeia* L., grains composés 0,025 sur 0,02, grains partiels de 0,002 à 0,004; *F. procumbens*, grains composés de 0,007 à 0,025 sur 0,015, grains partiels généralement de 0,002 à 0,003; tandis que d'autres *Festuca* ont les grains composés et les granules petits, par exemple, les *F. geniculata*, à grains composés de 0,0025 à 0,015 sur 0,01, grains partiels 0,001 environ; *F. pectinella*, *Poa; F. bromoides*, grains composés 0,0125 sur 0,0075, grains partiels 0,001, etc.

Les genres *Agrostis* et *Calamagrostis* présentent des différences analogues, quoique moins sensibles, parce que les plus gros grains composés et les plus gros grains partiels ne sont que de modique dimension. Ainsi les grains composés et les grains partiels sont plus gros dans l'*Agrostis vulgaris*, dans lequel les grains composés ont de 0,005 à 0,02 sur 0,0125, et les grains partiels communs 0,002 à 0,003; dans le *Calamagrostis argentea*, les grains composés ont de 0,007 à 0,03 sur 0,02, et les grains partiels de 0,002 à 0,005; tandis que les grains composés et les grains partiels sont plus petits dans l'*Agrostis spica-venti*, dont les grains composés ont de 0,003 à 0,015 sur 0,0075, très rarement 0,02 sur 0,01, et les grains partiels moyens environ 0,001; et dans le *Calamagrostis Epigeios*, qui a les grains composés de 0,003 à 0,0125 sur 0,0075, et les grains partiels les plus gros de 0,003.

Dans les espèces du genre *Phalaris* que j'ai étudiées, les grains composés et les grains partiels concordent assez bien respectivement par leurs dimensions. Parmi elles sont les *Phalaris canariensis*, *minor* Retz, *paradoxa* L., *cærulescens* Desf., *truncata* Guss., dont les grains composés ont de 0,005 à 0,03 sur 0,015, et les grains partiels environ 0,0025. Chez d'autres genres les grains composés paraissent uniformément petits, tels sont ceux du genre *Kœleria*. Ex.: *Kœleria cristata* Pers., *brachystachya* Dec., *valesiaca* Gaud., *villosa* Pers., chez lesquels le diamètre des grains composés les plus volumineux ne dépasse guère 0,0125 sur

0,006 ou même sur 0,003. La plupart de ces grains composés sont beaucoup plus petits.

Au nombre des espèces dont les grains composés sont les moins volumineux, peuvent être rangées les plantes suivantes : *Holcus mollis* L., grains composés de 0,003 à 0,015 sur 0,0075; *Chæturus fasciculatus* Lk., grains composés de 0,003 à 0,0125 sur 0,006; *Trisetum Læfflingianum* PB., grains composés de 0,0025 à 0,015 sur 0,0075; *Tris. flavescens* P. B., grains composés comme dans le précédent, mais un peu plus épais; *Corynephorus canescens* P. B., grains composés de 0,003 à 0,015 sur 0,0075; *Lamarckia aurea* Mœnch., grains composés de 0,003 à 0,015 sur 0,01, etc. Je m'arrête ici pour ne pas donner trop de longueur à ces détails arides. Si j'ai donné quelque extension à cette étude, c'est que j'ai pensé que l'aspect de l'amidon peut donner parfois de bonnes indications pour la distinction des espèces chez les Graminées. Je n'ajouterai rien relativement à la dimension des grains d'amidon des Chénopodées, des Amarantacées, des Caryophyllées, des Portulacées, etc., parce qu'ils ne présentent pas autant d'intérêt sous ce rapport; il y a plus d'uniformité.

Résorption des grains d'amidon pendant la germination et la maturation des fruits.

On sait que l'amidon disparaît, pendant la germination, de l'intérieur des organes qui le contiennent, par une sorte de dissolution graduelle, qui aurait lieu, suivant MM. Payen et Persoz, sous l'influence de la *diastase*. Fourcroy avait déjà dit que l'amidon est transformé en sucre pendant la germination. Je ne veux point examiner ici le phénomène au point de vue chimique, j'ai seulement l'intention d'indiquer les principales modifications de forme que l'agent de dissolution fait subir aux grains d'amidon que j'ai eu l'occasion d'étudier sous ce rapport.

Quand ces grains sont petits, pleins et à peu près globuleux, ils se dissolvent ordinairement avec tant de régularité, que le phénomène n'est sensible que par la diminution du volume du grain. La forme n'en paraît pas changée, les contours sont toujours très

nels ; en un mot, le grain semble intact presque jusqu'à sa disparition, ou, du moins, jusqu'à ce que la résorption arrive vers les parties centrales (baies des Solanées). Quand les grains sont petits, polyédriques et creux (grains partiels des Graminées), la couche amylacée étant rompue sur un ou plusieurs points, la forme originelle disparaît beaucoup plus tôt.

Quand les grains d'amidon sont plus volumineux, on remarque des aspects très divers sur lesquels l'excentricité du grain a parfois une grande influence. Nous verrons plus loin quelle est cette influence.

Voyons d'abord ce qui survient pendant la dissolution de l'amidon dans les gros grains simples des Graminées, tels que ceux des ***Ægilops***, des ***Triticum***, des ***Secale***, des ***Hordeum***, des ***Elymus***, etc. Les formes auxquelles cette dissolution donne lieu se rapportent à deux types principaux, qui assez souvent, il est vrai, se trouvent réunis dans le même grain. J'ai dit précédemment qu'il existe dans l'intérieur de la vésicule amylacée deux matières anatomiquement distinctes : 1° la substance des couches concentriques; 2° la matière qui incruste ces couches de manière à les dissimuler souvent tout à fait. L'agent de dissolution pendant la germination nous dévoile aussi l'existence de ces deux matières, et quelquefois avec beaucoup d'élégance, par les dessins qu'il découpe dans la substance des grains d'amidon.

Suivant le premier type de dissolution, la stratification est dévoilée (pl. 12, fig. 54, 55, et 56); suivant l'autre, elle ne l'est pas (pl. 12, fig. 52, 53, 59, 62 et 63), ou elle l'est seulement très imparfaitement (pl. 12, fig. 51).

Les plus beaux exemples du premier mode m'ont été offerts par les ***Triticum***, et en particulier par les ***Triticum villosum*** (pl. 12, fig. 54, 55 et 56), ***sativum***, ***squarrosum***, et par l'***Ægilops triaristata***. L'agent de dissolution agit sur un point de la circonférence ou sur plusieurs points à la fois. De ce point, d'abord presque mathématique, il pénètre à une couche plus profonde, de celle-ci à une troisième, puis à une quatrième, en avançant ainsi vers le centre du grain ; mais à mesure qu'il progresse, sa base d'action, à la circonférence, s'étend, et par la dissolution de l'amidon in-

crustant met à nu la substance des couches. Celles-ci sont donc partiellement dénudées suivant des cônes plus ou moins aigus, très élégants, dont la base est à la périphérie du grain et le sommet tourné vers le centre (pl. 12, fig. 55). La matière incrustante étant ainsi enlevée peu à peu (pl. 12, fig. 56), les couches sont elles-mêmes attaquées et disparaissent complétement.

Quand les grains sont assez compactes pour que la dessiccation n'y ait pas déterminé de crevasses vers le centre, les cônes de dénudation s'étendent ainsi sans interruption jusqu'au milieu du grain; mais il arrive très fréquemment que cette partie centrale, moins riche en principe amylacé au moment de la suspension de la végétation, s'est contractée pendant la dessiccation. Alors ont été produites des fissures dont la figure varie. Elles sont souvent rayonnantes, et ces rayons, au nombre de trois, quatre ou plus, peuvent être représentés par des fentes rectilignes ou sinueuses. Fréquemment aussi, et cela s'observe souvent dans les gros grains du *Triticum sativum*, de l'*Ægilops triaristata*, etc., dans les grains sans doute qui ont une stratification un peu mieux établie vers le centre, la contraction de la substance centrale se fait circulairement. Cette substance médiane est dans ce cas séparée de la périphérie par une fente circulaire complète ou interrompue. Dans le *Triticum sativum* et dans l'*Ægilops triaristata*, il n'est point rare qu'il se fasse ainsi deux et même trois fentes concentriques, d'où, surtout dans l'*Ægilops*, partent quelquefois de larges fentes rayonnant vers la circonférence du grain. Ces fentes modifient nécessairement l'aspect de celui-ci pendant la résorption; car, lorsque cette dernière a atteint la fente circulaire, la dissolution de la substance centrale va souvent plus vite que celle de la matière périphérique, qui peut ainsi rester seule sous la forme d'un anneau irrégulièrement corrodé.

Le second type présente un aspect très différent. Les grains montrent d'abord de petites perforations punctiformes, dont le nombre augmente peu à peu, puis ces perforations s'élargissent, se joignent les unes aux autres, et produisent ainsi des ouvertures irrégulières, qui grandissent sans cesse et s'unissent à leurs voisines par la résorption de la substance intermédiaire (pl. 12,

fig. 62). Si le grain avait des fentes rayonnantes (et il en offre d'autant plus que la substance centrale avait moins de densité), ces fentes et la cavité centrale, si elle était grande, exercent une influence manifeste sur les progrès de la dissolution; car, en multipliant les surfaces, elles facilitent l'action de l'agent de résorption. Cependant, il est des grains pourvus de fentes en croix très larges, nullement corrodées, bien que les grains soient profondément rongés sur les autres parties; ce qui donne la pensée que l'agent de dissolution n'est pas un liquide baignant tout le grain. Quoique j'aie eu cette idée, je ne la crois pas fondée; je pense que, pour une cause que je ne connais pas, les bords de ces fentes présentent seulement un peu plus de résistance, car à la fin ils sont eux-mêmes attaqués comme l'indique la figure 63, pl. 12, qui certainement avait des fentes en croix en *a*, *b*, *c*, *d*. De ces érosions diverses résultent les figures les plus irrégulières. Le grain est déchiqueté de la manière la plus bizarre et montre, quand l'action est avancée, des îlots de substance non attaquée des formes les plus diverses. Un des exemples les plus curieux de ce second type me fut donné par le *Secale montanum* (pl. 12, fig. 62 et 63), chez lequel je n'ai rencontré qu'assez rarement des traces du premier type, c'est-à-dire, de l'indication de strates par la résorption.

Chez l'*Hordeum hexastichon* L., la stratification n'est pas non plus bien manifeste; aussi les grains amylacés en sont-ils altérés tout autrement que ceux de l'amidon des *Triticum* cités précédemment. Ils offrent, en effet, une forme du second type. Dans cet *Hordeum* les grains sont d'abord attaqués par un seul point (pl. 12, fig. 58, *a*) ou par un petit nombre de points. L'excavation ainsi produite gagne la cavité centrale en s'élargissant plus ou moins. Alors tout le pourtour de cette cavité est érodé, et le grain est envahi de la sorte progressivement du centre à la circonférence (pl. 12, fig. 59, 61 et 60), de manière que l'on trouve fréquemment des grains qui n'ont plus qu'une bordure amylacée très mince, ne présentant qu'une ou deux interruptions (pl. 12, fig. 61). A la fin cette bordure est elle-même rompue par la résorption sur plusieurs points à la fois, d'où il résulte plusieurs îlots qui se rétrécissent et disparaissent peu à peu (pl. 12, fig. 60). Si le grain

était crevassé dans des directions diverses, la figure de ces crevasses s'ajoute à celle qui est due à la seule érosion ; et il est à remarquer que les bords de ces crevasses en fentes rayonnantes ne sont en général attaqués, ainsi que je l'ai dit tout à l'heure, que lorsque les autres portions du grain sont quelquefois en grande partie dissoutes.

Chez les *Hordeum distichum* L., et *Zeocriton* L., la stratification est plus marquée. On en trouve, au moins, une indication plus manifeste pendant la résorption de certains grains (pl. 12, fig. 57), bien que dans beaucoup d'autres grains on n'en découvre aucune trace. Au reste, les grains amylacés de ces deux espèces, perforés sur plusieurs points à la fois, ou plus rarement sur un seul, offrent souvent aussi les mêmes phénomènes que l'espèce précédente, c'est-à-dire que l'érosion arrivée au centre marche ensuite vers la circonférence. Mais, je le répète, souvent aussi on aperçoit des grains dans lesquels des couches périphériques sont manifestées, au moins partiellement, de manière que ces grains montrent à la fois les deux types de résorption (pl. 12, fig. 57).

Ces deux types sont offerts bien manifestement aussi par l'amidon du *Triticum squarrosum*, chez les grains duquel la résorption commence tantôt par une dénudation très étendue des couches, sans qu'il apparaisse de perforation, tantôt par de nombreuses perforations sans que la dénudation des strates soit produite. D'autres fois les deux phénomènes se présentent à la fois sur le même grain. Quand certaines perforations ont atteint la substance centrale, la résorption paraît ensuite s'avancer plus rapidement du centre à la circonférence, en déterminant les configurations les plus irrégulières.

Chez certaines espèces d'amidon, la résorption est très énergique à la circonférence, qu'elle corrode souvent sur de grandes étendues avant d'attaquer la partie centrale. De tels exemples sont fournis assez fréquemment par l'*Hordeum Zeocriton* L., et plus souvent encore par l'*Elymus striatus* (pl. 12, fig. 53). La dissolution des grains amylacés de cet *Elymus* fait voir aussi assez fréquemment des indices d'une stratification ; mais ce n'est pas par dénudation des couches comme dans les *Triticum* cités, c'est que l'érosion, en s'avançant de la circonférence vers le centre, pénètre

à une petite distance entre ces couches, et en manifeste ainsi la présence en dissolvant sans doute la partie la moins dense, sans les découvrir sur une grande étendue (pl. 12, fig. 51); mais le plus ordinairement l'érosion attaque le grain très irrégulièrement et le découpe de manière à dessiner des formes comme celles que représentent les figures 50, 52 et 53, pl. 12. J'ai une fois trouvé un *Y* découpé avec la plus grande régularité au milieu d'un grain d'amidon de cet *Elymus striatus*.

Les gros grains d'amidon des Graminées, dont je viens de parler, sont lenticulaires, pleins, ou présentent une cavité centrale déprimée aussi. Dans les plantes dont les grains d'amidon plus ou moins allongés ont le centre organique très excentrique, on remarque, au moins dans certaines espèces, que la dissolution ne commence pas indistinctement sur l'extrémité la plus voisine de ce centre organique, ou sur toute la surface du grain en même temps. Dans les écailles des bulbes du *Lilium candidum*, par exemple, les grains d'amidon sont très excentriques, et le centre organique est toujours placé près de l'extrémité la plus atténuée du grain, qui est ordinairement pyriforme (pl. 11, fig. 10, *a*), ou un peu allongée ou plus rarement un peu déprimée suivant l'axe d'épaississement des couches. Chez cet amidon du *Lilium*, j'ai toujours vu la résorption commencer à l'extrémité renflée. Il y apparaît des érosions circulaires qui progressent suivant des plans perpendiculaires à l'axe du grain (pl. 11, fig. 11 *b* et 17 *b*), et qui se multiplient en avançant vers l'extrémité atténuée *a*. L'érosion continue ensuite en se rapprochant insensiblement de l'axe (pl. 11, fig. 18). Comme la dissolution n'a pas lieu avec une égale intensité à toutes les hauteurs, il en résulte des inégalités souvent très grandes, qui communiquent au grain des figures diverses, et qui le font paraître çà et là plus ou moins étranglé, surtout quand la résorption est avancée. Le grain semble alors souvent constitué par une série de trois ou quatre grains plus ou moins ovoïdes ou elliptiques, unis par des rétrécissements.

Dans les bulbes du *Phajus grandiflorus* la résorption suit à peu près la même marche, c'est-à-dire qu'elle a lieu circulairement aussi, suivant des plans superposés, perpendiculaires à l'axe

du grain; seulement elle paraît atteindre le sommet conique relativement beaucoup plus tôt que dans le Lis. Toutefois, les figures 2 et 3, pl. 11, font voir que ce sommet est plus tardivement atteint que la partie inférieure et la moyenne. Dans le grain représenté par la figure 4, pl. 11, la résorption avait marché plus rapidement vers la base; dans celui que représente la figure 5, c'est le sommet qui avait été le plus promptement résorbé. Dans la figure 8, c'est surtout vers la base que le grain a été le plus endommagé.

Le grain qu'indique cette figure 8, pl. 11, offrait une particularité digne d'être signalée: c'est que les parties érodées *e* paraissaient enveloppées par la vésicule mère, dont la présence était manifestée aussi par des plis vers la partie supérieure en *b*. Une telle membrane était aussi apparente en *v* dans le grain représenté par la figure 9, pl. 11, chez lequel la résorption avait aussi commencé vers la base.

Dans l'amidon du rhizome du *Canna gigantea*, la résorption se fait aussi dans le même sens, ainsi que le montre la figure 31, pl. 11. Dans les grains figurés sous les numéros 31 et 32, le centre organique paraissait exister encore en *o*, sous la forme d'un petit globule terminant le grain. Dans les figures 33 et 34, les couches amylacées érodées sur les côtés semblaient former un tout contourné en spirale. L'aspect de tels grains rappelait la théorie de M. Hartig. J'ai examiné avec beaucoup d'attention plusieurs de ces grains, et je me suis assuré qu'ils étaient le résultat de la juxtaposition de couches obliques qui, vues de face, m'ont donné la figure 35, pl. 11.

Chez d'autres plantes, la résorption se fait avec plus d'irrégularité encore. L'amidon du rhizome du *Zingiber Zerumbet*, par exemple, qui m'a fourni les figures 37 à 45, pl. 11, est dans ce cas. Plusieurs de ces figures font voir que les grains dont la dissolution était très avancée, étaient parfois encore revêtus de leur vésicule mère (pl. 11, fig. 39 *v*, 40 *v*, 44 *v*). L'érosion circulaire est très évidente dans les figures 37, 42 et 43. Il y a une apparence de spirale, au contraire, dans les figures 39 et 40. Le grain représenté par la figure 45 était attaqué sur plusieurs points très limités, formant des petites excavations, sans affecter aucune disposition régulière.

Je terminerai ce chapitre par quelques mots sur la résorption des grains composés du *Ficaria ranunculoides*. Ces grains, qui appartiennent à la section des grains tardivement composés, sont par conséquent d'abord simples; après avoir produit un nombre de couches plus ou moins grand, ils divisent leur plasma amylacé en deux, trois ou quatre grains partiels. Ces derniers, très apparents dans la jeunesse, sont plus tard si bien masqués par de la matière incrustante amylacée, qu'ils sont le plus souvent invisibles, ou bien ils sont seulement indiqués par deux très petites fentes en croissant, vers l'extrémité élargie du grain (pl. 9, fig. 30 et 31, *c*, *c*).

Pendant la résorption, les grains d'amidon du *Ficaria ranunculoides* paraissent attaqués assez régulièrement sur tout leur pourtour, de manière qu'ils ne semblent perdre leur forme primitive que lorsque la dissolution arrive aux grains partiels. Comme ces grains étaient très excentriques au moment de la naissance des grains partiels, la résorption ne tarde pas à atteindre ceux-ci. Alors l'érosion avance entre ces grains partiels, élargit la fente ou ligne de contact qui les séparait, et communique ainsi au grain originellement simple une forme bifurquée ou trifurquée, suivant le nombre des grains secondaires.

Dans cette résorption les cavités des grains partiels se creusent souvent, s'élargissent sans que les parois paraissent avoir été perforées préalablement. On aperçoit ainsi des grains à deux, trois ou quatre loges telles que l'on n'en découvre jamais dans les grains entiers. Ces loges sont à la fin ouvertes par l'érosion, mais elles ne le sont pas en même temps; de là de nouvelles irrégularités, qui peuvent être augmentées par l'inégalité des parties du grain composé, c'est-à-dire des grains partiels, et par les accidents de la résorption qui surviennent ensuite.

La dissolution du grain d'amidon pendant la germination consiste donc en une érosion opérée par un agent chimique. Cet agent n'agit que localement; il n'imprègne point toute la substance du grain; il la corrode peu à peu comme un acide corrode un morceau de métal; aussi la substance amylacée non encore dissoute conserve-t-elle la propriété de bleuir par l'iode.

ÉNUMÉRATION DES GRAMINÉES

DONT L'ALBUMEN NE CONTIENT QUE DES GRAINS D'AMIDON SIMPLES, ET DE CELLES DANS LESQUELLES IL RENFERME AUSSI DES GRAINS COMPOSÉS (1).

Il est des Graminées dont l'albumen ne contient que des grains simples; il en est d'autres chez lesquelles cet organe renferme à la fois des grains simples et des grains composés ou des grains multiples. Ayant trouvé un genre, le genre *Sesleria*, dont une espèce, le *S. echinata* Desf., contient seulement de gros grains d'amidon simples, tandis que les deux autres espèces que j'ai eues à ma disposition, les *S. tenuifolia* Schrad. et *elongata* Host., possèdent de beaux grains composés, j'ai pensé que, dans la révision des Graminées, l'examen de l'amidon, au point de vue de la forme comme à celui du volume, pourrait aider à caractériser certaines espèces et à déterminer la place que doivent occuper celles dont les affinités sont douteuses. A cause de cela, j'ai cru utile de signaler ici, parmi les espèces que j'ai étudiées, celles qui n'ont que des grains simples et celles qui sont pourvues de grains composés en même temps que de grains simples.

1° ORYZÉES. Grains composés. *Oryza sativa* L., *Zizania aquatica* L.

2° PHALARIDÉES. Grains composés. *Crypsis schœnoides* L., *Alopecurus nigricans* Horn., *geniculatus* L., *utriculatus* L., *agrestis* L. f., *pratensis* L., *Phleum annuum* Bbrst., *tenue* Schrad., *nodosum* L., *pratense* L., *alpinum* L. f., *Bœhmeri* Wib., *asperum* H. P., *Michelii* All., *Phalaris canariensis* L., *minor* Retz, *paradoxa* L., *cœrulescens* Desf., *truncata* Guss., *Holcus mollis* L., *Anthoxanthum ovatum* Lag., *odoratum* L. f.

Grains simples. *Coix lacryma* L., *Zea Mays* L., *hirta* Bnfs.

3° PANICÉES. Grains composés. *Milium effusum* L. f.

Grains simples. *Paspalum stoloniferum* Bosc. *Panicum proliferum* Lamk, *ciliare* Retz, *capillare* L., *sanguinale* W., *virgatum* L. f., *oryzinum* Gmel., *erucæforme* Sibth., *Oplismenus crus Galli* Kit., *colonus* Kth, *Pennisetum longistylum* Hochst., *cenchroides* Rich., *Setaria verticillata* Beauv., *compressa* Kth, *germanica* Beauv., *glauca* Beauv., *Cenchrus spinifex* Cav., *echinatus* L., *tribuloides* L., *Anthephora elegans* Schreb.

(1) *Note de l'auteur.* — Ici, comme en traitant du volume des grains, et pour la même raison, j'appellerai grains composés tout ce qui en a l'aspect, c'est-à-dire les grains composés et les grains multiples.

4° STIPACÉES. Grains composés. *Stipa juncea* L., *capillata* L.

Il est souvent très difficile de découvrir les grains composés, parce que tous les grains, fortement pressés dans les cellules, adhèrent les uns aux autres, de telle manière cependant que si l'on veut les couper ou les écraser, la masse s'égrène et les grains composés se désagrégent aussi bien que le reste, même quand on s'aide d'une macération préalable dans l'eau.

5° AGROSTIDÉES. Grains composés. *Sporobolus tenacissimus* Beauv., *Agrostis vulgaris* Smith, *pallida* DC., *spica-venti* L. f., *lachnantha* Nees, *interrupta* L., *alba* L., *canina* L., *dulcis* Poir., *nebulosa* Boiss. et R., *Gastridium australe* P. B., *triaristatum* Dur., *Polypogon mexicanum* Nees, *monspeliensis* Desf., *Chæturus fasciculatus* Lk.

6° ARUNDINACÉES. Grains composés. *Calamagrostis lanceolata* Roth., *argentea* DC., *Epigeios* Roth., *Deyeuxia sylvatica* Kth, *retrofracta* Kth.

7° PAPPOPHORÉES. Grains composés. *Echinaria capitata* Desf.

8° CHLORIDÉES. Grains composés. *Chloris polydactyla* Swartz, *gracilis* Durand, *Meccana* Hochst. et Steud., *truncata* R. Br., *submutica* Kth, *Leptochloa virgata* P. B., *Eleusine oligostachya* Lamk, *coracana* L., *Figarei* Del., *indica* Del., *Spartina cynosuroides* L.

9° AVÉNACÉES. Grains composés. *Corynephorus canescens* P. B., *Deschampsia juncea* Beauv., *cæspitosa* Beauv., *Aira pulchella* Willd., *caryophyllea* L., *Tenorei* Guss., *flexuosa* L. f., *præcox* L., *Lagurus ovatus* L., *Trisetum neglectum* R. et S., *flavescens* P. B., *Læflingianum* P. B., *Avena sativa* L., *strigosa* Willd., *hirsuta* Roth., *pubescens* L., *sterilis* L., *nuda* L., *brevis* Willd., *myriantha* Bertol., *rigida* M. B., *fatua* L., *Gaudinia geminiflora* Gay, *fragilis* Beauv., *Arrhenatherum avenaceum* P. B., *bulbosum* P. B.

10° FESTUCACÉES. Grains composés. *Sesleria tenuifolia* Schrad., *elongata* Host., *Poa Eragrostis* L., *chilensis* H.P., *bulbosa* L., *pratensis* L., *nemoralis* L., *arundinacea* Link, *Molinerii* Balbis., *ægyptiaca* L., *iberica* Fisch. et Mey., *megastachya* Kœl., *scariosa* Lag., *alpina* L., *capillaris* L., *pilosa* L. f., *peruviana* Jacq., *tenella* L., *sudetica* L., *compressa* L., *trivialis* L., *cenisia* H. P., *Catabrosa aquatica* Wahlb., *Briza virens* L., *media* L. f., *maxima* L., *Kœleria cristata* Pers., *valesiaca* Gaud., *brachystachya* DC., *villosa* Pers., *Schismus marginatus* P. B., *Dactylis glomerata* L., *Cynosurus cristatus* L., *echinatus* L., *Lamarckia aurea* Mœnch, *Festuca procumbens* Kth, *duriuscula* L., *Drymeia* Mert. et Koch, *rigida* Kth, *dumetorum* L., *bromoides* L., *elatior* L., *glauca* Lamk, *Poa* Desf., *gigantea* L., *pectinella* Del., *geniculata* Willd., *ma-*

ritima DC., *unioloides* Kth, *thalassica* Kth, *divaricata* Desf., *delicatula* Lag., *cynosuroides* Desf., *tenuiflora* Schrad., *rubra* Lamk, *uniglumis* Willd., *elegans* Boiss., *ovina* L., *spadicea* Gouan, *pratensis* Smith, *distans* Kth, *myuros* L., *tenella* Willd., *heterophylla* Lamk.

Grains simples. *Sesleria echinata* Desf., *Bromus adoensis* Hochst., *arvensis* L., *velutinus* Sch., *erectus* Sm., *secalinus* L., *brachystachyus* Horn., *sterilis* L., *unioloides* Kth, *tectorum* L., *commutatus* Schr., *purgans* L., *longiflorus* Willd., *rigidus* Roth., *divaricatus* Lois., *maximus* Desf. f., *exaltatus* Bernh., *inermis* W., *madritensis* L., *Schraderi* Kth, *lanceolatus* Roth., *confertus* M. B., *asper* L., *rubens* L., *Gussonii* Parl., *Brachypodium subtile* Fisch. et Mey., *Melica altissima* L., *Bauhini* All., *nutans* L., *uniflora* L.

11° Hordéacées. Grains composés. *Lolium perenne* L., *multiflorum* Lamk f., *italicum* Al. Br., *arvense* Schr.

Grains simples. *Triticum imbricatum* Stev., *caninum* L., *turgidum* L., *villosum* Beauv., *rigidum* Schrad., *squarrosum* Roth., *dasyanthum* Ledeb., *cristatum* Schreb., *desertorum* Fisch., *sylvaticum* Mœnch, *sativum* Lamk, *Secale cereale* L., *montanum* Guss., *Elymus dahuricus* Turcz., *striatus* Willd., *tener* L., *geniculatus* Smith, *glaucifolius* H. P., *sibiricus* L., *virginicus* L., *hordeaceus* Lag., *Hordeum bulbosum* L., *hexastichon* L., *murinum* L., *pratense* Huds., *maritimum* L., *macrolepis* Al. Br., *distichum* L., *Zeocriton* L., *Ægilops triuncialis* L., *cylindrica* Host., *triaristata* Willd., *ovata* L.

12° Rottbœlliacées. Grains composés. *Nardus stricta* L., *Lepturus incurvatus* Trin., *subulatus* Kth.

13° Andropogonées. Grains simples. *Andropogon Ischæmum* L., *strictum* Horst., *distachyon* L., *halepense* Sibth., *Sorghum vulgare* Willd., *saccharatum* W.

CONCLUSIONS.

1° L'amidon proprement dit naît : *A*. soit de la couche de protoplasma périphérique; *B*. soit du protoplasma répandu dans la cavité cellulaire ; *C*. soit d'un produit de l'excrétion de la vésicule nucléaire ; *D*. soit dans l'intérieur de la vésicule nucléaire ; *E*. soit dans l'intérieur de quelques autres vésicules chromulifères ou incolores.

2° Quand il naît du protoplasma périphérique, il peut être pro-

duit par l'épaisse couche qui recouvre souvent la surface interne des jeunes cellules : alors ce sont le plus ordinairement des grains simples qui se développent ; ou bien il est formé dans des petites masses de consistance molle, sécrétées par l'utricule protoplasmique (dite utricule primordiale) : dans ce cas il consiste très fréquemment en granules d'une grande ténuité qui restent réunis en grains multiples ou agrégés. De semblables grains naissent aussi dans quelques plantes autour du nucléus (*Arum*, *Tradescantia*).

3° A la périphérie interne de la cellule se développe chez quelques plantes une couche homogène d'amidon gélatineux.

4° Le grain d'amidon est une vésicule qui a beaucoup d'analogie par sa végétation avec la cellule végétale.

5° Cette vésicule contient un protoplasma quelquefois tout à fait liquide, d'autres fois de consistance molle et plus ou moins solide, suivant qu'il est plus ou moins riche en matière amylacée.

6° Ce protoplasma produit, de l'extérieur vers l'intérieur, des couches concentriques. S'il est très riche en principe amylacé, la vésicule se remplit complétement ; s'il est plus pauvre, il reste une cavité plus ou moins grande.

7° Ces couches sont souvent masquées par une sorte de matière incrustante amylacée.

8° Chaque couche concentrique a une végétation qui lui est propre : elle peut s'épaissir et se diviser ensuite en plusieurs couches secondaires, qui elles-mêmes peuvent donner naissance à des couches de troisième génération.

9° Cet épaississement des couches est le plus souvent unilatéral, c'est-à-dire incomplet ; de là l'excentricité du grain.

10° Le contenu de la vésicule, au lieu de produire des couches concentriques, donne souvent naissance à des grains ou vésicules secondaires, et celles-ci à des grains de troisième ordre, etc.

11° Ces grains secondaires ou partiels ont une constitution et une végétation analogues à celles de la vésicule mère.

12° Ils peuvent naître quand celle-ci n'a produit encore aucune couche concentrique (de là les *grains composés* proprement dits),

ou après que la vésicule mère a donné un nombre plus ou moins grand de couches concentriques (de là les *grains tardivement composés*).

VII. — Des vésicules mixtes.

J'ai appelé *vésicules mixtes*, dans le courant de ce travail, des vésicules qui tiennent le milieu entre la cellule, la vésicule amylacée ou les vésicules chromulifères. J'en ai donné des exemples à la planche 3, fig. 6, *b*, *b*, fig. 18 et 19, et à la planche 6, fig. 10. Le défaut d'espace ne me permet pas d'en parler davantage.

VIII. — Des vésicules aleuriennes.

Il me reste à traiter d'une matière granuleuse dont la découverte fait le plus grand honneur à M. Th. Hartig. C'est en 1855 que cet anatomiste l'a signalée pour la première fois, et en 1856 il en a donné une description beaucoup plus étendue, qui renferme un grand nombre d'observations aussi exactes qu'intéressantes. Toutefois, à côté des faits bien étudiés, on est affligé de retrouver l'influence des idées théoriques que l'auteur est amené à modifier dans chacun de ses ouvrages. La substance dont je veux parler fut nommée *Aleuron* ou *Klebermehl* par M. Hartig, pour rappeler son caractère granuleux et ses propriétés chimiques.

L'aleurone se rapproche de la fécule, dit M. Hartig, par le volume, par la forme et par la couleur de ses grains; mais elle s'en distingue, ainsi que des autres formations granuleuses que les utricules renferment, par la rapidité avec laquelle elle se dissout dans l'eau pure. C'est à cette solubilité qu'elle doit d'avoir échappé jusqu'à ce jour à l'observation. Elle est caractérisée encore parce que son contenu, et non sa membrane, se colore en quelques minutes en rouge-brique sous l'influence d'une solution d'azotate de mercure dans l'eau additionnée d'un peu d'acide azotique. Traitée par la solution iodée, elle se colore en jaune brun. Elle est insoluble dans l'huile, l'alcool et l'éther, mais elle se dissout dans les acides affaiblis et dans les alcalis. On peut la laver dans l'huile

comme la fécule dans l'eau, et l'obtenir ainsi sous la forme d'une farine très pure. Elle a d'ailleurs un autre caractère distinctif dans l'aspect fovéolé de sa surface, qui est dû à un grand nombre de petites vacuoles situées sous la membrane enveloppe.

D'après la manière dont la *solution d'aleurone pure dans l'eau* se comporte avec les réactifs, M. Hartig considère ses grains comme donnant à l'analyse « de la fibrine (?), de l'albumine, de la gliadine, de la caséine (légumine), de la gomme, du sucre, des résidus de cendres; ils renferment aussi vraisemblablement du soufre et du phosphore. »

Tels sont les caractères principaux que l'auteur attribue à l'aleurone. Mais, dit-il, il n'y a qu'un nombre de grains proportionnellement très petit dans lequel la membrane enveloppe du grain renferme une masse glutineuse continue. Dans la plupart des cas cette masse présente un vide plus ou moins grand, qui est en communication avec la membrane enveloppe au moyen d'une sorte de canalicule court. Le plus souvent ce vide est pariétal et résulte de ce que la matière intérieure s'est retirée de la membrane enveloppe sur une surface plus large.

D'après l'examen de l'aleurone du *Bertholletia excelsa*, M. Hartig juge que le grain d'aleurone est formé, comme la cellule, de deux membranes, l'une externe (le ptychoïde), l'autre interne (le ptychode). Ce qu'il appelle la substance glutineuse serait déposé entre les deux membranes, et correspondrait à l'astathe ou substance médiane des parois cellulaires. Le vide du grain entouré par la membrane interne serait l'équivalent de la cavité cellulaire.

Dans ce vide ou cavité, on trouve généralement des corps divers, de forme déterminée, qui se distinguent tous par leur insolubilité dans l'eau et dans l'ammoniaque, et qui, de plus, diffèrent des autres éléments constitutifs de ces grains *parce qu'ils ne brunissent pas par l'iode*. Ce sont les corps suivants : *a*. les *globides*, qui consistent en petits granules arrondis, groupés autour d'un globule central (Corylacées, Amygdalées, Vitis, etc.); *b*. les *cristalloïdes*, caractérisés par la symétrie de leurs faces planes; *c*. les *albines*, corps formant des nodosités en grappes irrégulières. Un

même grain renferme tantôt un de ces corps, tantôt un autre, tantôt il en contient plusieurs à la fois.

Les cristalloïdes et les albines ne se colorent ni par l'iode, ni par la solution de carmin. Ils se distinguent par là du noyau cristallin d'aleurone qui, étant également insoluble dans l'eau, pourrait aisément être confondu avec eux. — Ainsi, cristalloïde et noyau cristallin sont deux choses différentes. Le cristalloïde est contenu dans la cavité de la membrane interne; le noyau cristallin, entre la membrane interne et l'externe, dans la matière dite glutineuse. — Tous ces corps sont entourés d'une membrane particulière, que l'on peut reconnaître surtout en mouillant avec une goutte d'ammoniaque des coupes transversales de *Bertholletia*, *Vitis*, *Corylus*, *Lupinus luteus*, et en traitant ensuite le résidu insoluble par l'azotate de mercure.

Il y aurait encore, chez certaines plantes, les cristaux d'aleurone représentés par des grains dont toute la masse semble former un cristal à vives arêtes. On distingue aussi dans certaines semences, parmi les granules aleuriques de chaque cellule, un gros grain remarquable surtout par son volume beaucoup plus considérable que celui des autres (pl. 12, fig. 10 *s*, 16 *s*). M. Hartig le nomme *solitaire*. Dans quelques autres semences, un seul grain d'aleurone, d'un très fort volume, remplit toute la cellule, à moins qu'il n'y ait aussi des grains de fécule qui, assez fréquemment, s'enfoncent plus ou moins dans sa couche externe. Ces *grains comblants* (*Füllkorn*) se rencontrent dans des files particulières de cellules (*Myrtus Pimenta*), ou bien dans des cellules isolées au milieu d'autres qui renferment de l'aleurone ordinaire ou de la fécule (*Laurus Pichurim*, *Pangium edule*, *Juglans*, *Carya*, *Theobroma Cacao*, *Dipterix odorata*). Dans beaucoup de cas, ils diffèrent de l'aleurone par leur coloration qui devient souvent rouge intense, brune ou jaune.

M. Hartig a encore remarqué que l'aleurone n'est pas toujours incolore, qu'elle est verte dans le *Pistacia*, bleu indigo dans les cellules marginales d'une variété de *Cheiranthus annuus* à testa gris bleu, rose rouge dans l'*Hibiscus*, brune dans une espèce d'*Arachis* qu'il ne connaît pas, jaune dans l'*Ailantus*, le *Frangula*, le *Myristica*, le *Lupinus luteus*.

Je dirai tout de suite, relativement à cette coloration et pour n'y plus revenir, que lorsqu'elle est bleue, verte ou jaune verdâtre, la couleur est en quelque sorte surajoutée aux principes ordinaires de l'aleurone. De toutes les couleurs que j'ai observées, la verte est la plus commune, car ce ne sont pas des grains de chlorophylle, par exemple, qui colorent en vert les embryons de l'*Acer macrophylla*, de l'*Evonymus europæus*, etc., etc., c'est de l'aleurone verte. Dans l'*Acer macrophylla*, les vésicules aleuriennes des cellules épidermiques de l'embryon sont d'un vert assez intense, tandis que celles des cellules du parenchyme de cet embryon ne sont que très peu teintées. Dans le *Myristica sebifera*, les vésicules cristallines sont d'abord incolores, puis elles deviennent jaune pâle, jaune foncé, oranges, et enfin rougeâtres. J'ai observé aussi la couleur bleue dans certaines cellules périphériques des semences des *Matthiola parviflora* et *incana*.

L'aleurone est aussi répandue que l'amidon, sinon davantage, au moins dans l'albumen et dans l'embryon des végétaux. J'ai trouvé que dans les semences elle existe tantôt simultanément avec l'amidon, comme dans les *Onobrychis caput Galli*, *Erythrina corallodendron*, *Trifolium vesiculosum*, *Medicago sativa*, *Arachis hypogea* (pl. 6, fig. 68), *Carya amara* (pl. 6, fig. 67), *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinelle* (pl. 6, fig. 70, vers la maturité, non plus tard), etc., etc.; tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, elle existe seule : *Colutea orientalis, arborescens* (pl. 12, fig. 10), *Lupinus varius* (pl. 12, fig. 22), *Xanthium strumarium* (pl. 12, fig. 66), *Magnolia tripetala* (pl. 12, fig. 70), *Sideroxylon spinosum* (pl. 12, fig. 71 et 72), *Juglans cinerea* (pl. 6, fig. 66), *Pinus pinaster* (pl. 12, fig. 76, et pl. 6, fig. 75), etc., etc. Quand les Légumineuses ont un albumen, l'aleurone existe souvent à la fois dans l'albumen et dans l'embryon : *Ceratonia siliqua*, *Cassia fistula*, *Bauhinia tomentosa*, etc. Dans d'autres familles, l'embryon contient souvent seul de l'aleurone, tandis que l'albumen renferme de l'amidon. J'ai observé que dans ce cas sont : les *Rumex maximus*, *Rheum undulatum*, *Emex spinosus*, *Boerhavia scandens*, *Rivina lævis*, *Phytolacca esculenta*, *Basella alba*, *Atriplex nitens*, *Beta trigyna*,

Chenopodium leucospermum, *Obione sibirica*, *Silene fimbriata*, *Tetragonia echinata*, etc.

Nous avons vu que, pour M. Hartig, les caractères généraux sont : la solubilité dans l'eau (les noyaux cristallins, les albines, les cristalloïdes et les globides exceptés), la coloration en jaune brun par l'iode et la solubilité (excepté chez les albines, les cristalloïdes et les globides) dans l'ammoniaque, dans la potasse et dans les acides affaiblis, l'insolubilité dans l'alcool et dans l'éther. Ce sont bien là en effet les caractères des substances albuminoïdes. La solubilité dans l'eau serait telle, qu'elle aurait empêché jusqu'ici de reconnaître cette matière. Ces caractères sont assez exacts pour l'aleurone de la plupart des plantes. Cependant je ne crois pas que l'on puisse, pour ces plantes mêmes, donner la composition chimique des grains d'après une solution (dite pure) d'aleurone, parce que très peu de grains sont entièrement solubles dans l'eau ; il ne se dissout qu'une partie ordinairement minime de chaque grain, le reste est liquéfié, mais non dissous. De plus, chez certaines plantes, les grains ne sont dissous ni par l'eau, ni par les alcalis, ni par l'acide sulfurique faible ou même assez concentré, ainsi que je le dirai tout à l'heure.

Mes observations me portent à croire qu'il y a là divers organes remplissant des fonctions différentes : les uns possédant des fonctions inconnues (*Myristica*, *Theobroma*, *Myrtus Pimenta*, etc.), les autres emmagasinant des matières albuminoïdes (*Lupinus*, *Colutea*, *Medicago*, etc.) ; d'autres encore, avec une composition albuminoïde, paraissant sécréter des matières oléagineuses (*Moringa*, *Cardiospermum*, *Arachis*, *Corylus*, *Ricinus*, etc.). Cela m'a semblé évident chez le *Cardiospermum*, dont les vésicules ont, à une certaine époque, le brillant du corps gras, tandis qu'à la maturité leur contenu paraît terne, un peu fauve, et la substance environnante jouit seule alors de l'aspect blanc et brillant qu'elles possédaient auparavant. Des semences de *Moringa* diversement développées, mais sèches, m'ont suggéré les mêmes idées. Chez le *Ricin*, j'ai trouvé, à une certaine phase du développement de l'albumen, que chaque grain, qui est alors polyédrique, occupe le centre d'un globule d'huile ; mais, plus tard, les globules oléagineux finissent

par se confondre en une masse liquide qui enveloppe toutes les vésicules ou grains aleuriques. A l'époque de ce revêtement oléagineux particulier, la vésicule n'a point la forme qu'elle affecte plus tard ; elle paraît réduite au noyau cristallin ; l'albine n'existe pas encore. Pendant le développement de celle-ci, la forme cristalline du noyau disparaît, et ce noyau ne redevient polyédrique qu'au contact d'une liqueur aqueuse.

Ces observations m'avaient engagé à penser que certaines vésicules aleuriennes pouvaient être principalement *albuminigènes*, et d'autres en même temps *oléigènes*. La fonction de sécréter des corps gras ou d'autres principes n'exclut pas la composition albuminoïde. C'est vers l'étude de ces fonctions, il me semble, que doivent être désormais dirigées les observations.

Je vais maintenant faire une esquisse rapide des principales formes de vésicules que j'ai étudiées ; on verra que, bien que les différences qui existent entre les propriétés chimiques des vésicules de formes extrêmes puissent ne pas être dues seulement à de légères modifications, comme le croit M. Hartig, on passe cependant des unes aux autres par tous les degrés de transition possibles.

L'espace dont je puis disposer étant très limité, je ne citerai qu'un nombre d'exemples assez restreint.

Les propriétés des vésicules aleuriennes étant très diverses, on pourrait les classer, soit d'après leur aspect, soit d'après leur altérabilité dans l'eau, la manière dont elles se comportent avec la potasse, l'ammoniaque et l'acide sulfurique, soit d'après leurs fonctions si elles étaient mieux connues. Je ne ferai ici qu'un examen rapide de leur constitution, en m'aidant de quelques-unes de leurs propriétés chimiques.

La première question à résoudre consiste à savoir si chaque grain est bien réellement composé de deux membranes vésiculaires, l'une contenant l'autre, et formant ainsi deux cavités renfermant deux substances très différentes. Une cavité intermédiaire aux deux membranes contiendrait-elle la substance aleurique proprement dite (appelée *glutineuse*), qui jaunit ou brunit par l'iode, et l'autre cavité, propre à la membrane vésiculaire in-

terne, renfermerait-elle des corps qui ne jaunissent pas par l'iode?

Je n'hésite pas à déclarer que cette théorie n'est pas exacte pour plusieurs raisons : 1° parce qu'il est une multitude de grains ou vésicules qui rappellent nullement la constitution que leur attribue M. Hartig; 2° parce que dans le Ricin même, et dans les grains aleuriques de beaucoup d'autres plantes qui ont une structure analogue, comme ceux des *Papaver somniferum*, *Argemone grandiflora*, *Glaucium fulvum*, *Fumaria Vaillantii*, *Ruta graveolens*, *Viola odorata*, *Tragopogon majus* (pl. 12, fig. 46 *bis* en *b*), etc., le même grain présente assez souvent, et quelquefois sur des parties opposées, deux grandes vacuoles semblables, renfermant les corps globuleux nommés *albines* par M. Hartig; 3° parce qu'il y a fréquemment, épars dans la substance aleurique, des corps beaucoup plus petits qui, vus dans l'huile, ressemblent aussi à autant de vacuoles, et qui restent blancs sous l'influence de l'iode, de même que les albines décrites par l'auteur. S'il y a dans la vésicule deux ou plusieurs vacuoles ayant les mêmes propriétés, il est clair que ces vacuoles éparses ne peuvent représenter la prétendue cavité vésiculaire la plus interne des deux admises par la théorie de M. Hartig. Il y a plus, la substance même des vacuoles, dans lesquelles ce savant admet des albines, se colore en jaune, chez certains végétaux, avec autant d'intensité que le noyau dit glutineux ou aleurique (*Chelidonium majus*, *Glaucium fulvum*, etc.). Chez un bon nombre d'autres plantes, les albines, dites insolubles dans l'eau, sont au contraire aussi solubles que la substance aleurique par excellence (*Linum usitatissimum*, etc.). La substance des albines est donc ni renfermée dans une cavité spéciale, ni essentiellement différente de la matière dite glutineuse; et il n'existe qu'une seule membrane qui soit commune à tout le grain d'aleurone : c'est la membrane vésiculaire enveloppante.

Membrane de la vésicule.

La vésicule aleurienne est donc constituée par une seule membrane enveloppante, qui enserre des corps d'aspect et de pro-

priétés variables; ceux-ci peuvent être eux-mêmes vésiculaires.

Cette membrane externe varie beaucoup aussi par sa conduite envers les agents de dissolution, dans des grains en apparence semblables, et dans des plantes appartenant à la même famille. Si, sous ce rapport, nous étudions quelques Légumineuses (*Lupinus*, *Colutea*, *Glycyrrhiza*, *Edwardsia chrysophylla*, *Mimosa horrida*, *Dolichos pruriens*, *Bauhinia tomentosa*), nous verrons que la membrane n'offre pas la même résistance à l'action de l'eau, de la potasse concentrée, de l'ammoniaque et de l'acide sulfurique.

Si l'on place entre deux lames de verre une tranche mince de l'embryon des *Lupinus varius*, *mutabilis*, etc., et que, l'œil sur le microscope, on fasse arriver de l'eau entre les deux lames, la membrane sera souvent liquéfiée avec son contenu sans qu'on ait pu la voir; d'autres fois, suivant l'état de maturité des grains, ou suivant l'épaisseur de la coupe, on verra que la substance centrale est devenue finement granuleuse (pl. 12, fig. 12, 23), tandis qu'à l'extérieur est une petite bande qui simule une membrane. Si ce sont des tranches de l'embryon du *Lupinus succulentus* que l'on examine, le contenu se dissout quelquefois entièrement, et il ne paraît rester que la membrane, qui bientôt se gonfle en se liquéfiant à son tour. Il m'a souvent réussi de voir la membrane en plaçant dans l'huile des tranches minces, surtout du *Lupinus succulentus*, et en ajoutant par-dessus de l'eau iodée que l'on agite légèrement. Où l'eau n'arrive qu'en très petite quantité au contact des vésicules, le contenu devient granuleux et brun, et la vésicule se montre assez souvent avec netteté. Un aspect semblable est quelquefois produit dans l'eau, si la tranche a un peu d'épaisseur; mais bientôt la membrane vésiculaire absorbe davantage de liquide, se gonfle, et forme un anneau assez épais. S'il arrive une plus grande proportion d'eau, toute la substance du grain se liquéfie, de manière qu'à la place des apparentes granulations se montrent de petites vacuoles (pl. 12, fig. 11) qui, s'unissant les unes aux autres, en produisent de plus grandes. Les grains tout à fait liquéfiés se réunissent, et donnent ainsi des plaques liquides de figures variées (pl. 12, fig. 14 et 15). Quelquefois toute la substance intérieure

du grain, en se liquéfiant, se joint à celle de la membrane liquéfiée aussi, et donne des anneaux ressemblant à celui de la figure 13, ou aux anneaux *b* de la figure 1, pl. 12, obtenue de l'*Onobrychis caput Galli*. D'autres fois, lorsque la quantité d'eau arrivée au grain est peu abondante, toute la substance, liquéfiée comme dans le cas précédent, se porte sur un seul côté, et prend l'aspect d'un croissant *b* (pl. 12, fig. 26) ; *a* représente des grains intacts comme ceux de la figure 25.

Dans les *Colutea orientalis* et *arborescens*, etc., on obtient les mêmes résultats ; mais l'action de l'eau est un peu moins prompte. Dans les *Glycyrrhiza glandulosa*, *fœtida*, etc., elle est moins énergique encore. On voit souvent très bien les vésicules dans l'eau pure ou dans l'eau iodée (pl. 12, fig. 6, *v*). Le *Cassia fistula* et le *Bonaveria coronilla* offrent de beaux exemples des vésicules dans l'eau iodée.

Dans l'*Edwardsia chrysophylla*, les vésicules sont moins altérables encore ; cependant elles se dissolvent par une lixiviation prolongée. Pour les bien voir, il faut placer des tranches minces dans l'huile, ajouter de l'eau iodée par-dessus, et agiter un peu. On obtient ainsi de belles préparations (pl. 12, fig. 3), dans lesquelles les membranes des vésicules *v* sont colorées en jaune brun. Ces vésicules se dissolvent promptement dans l'ammoniaque. Si des tranches minces sont placées dans la potasse concentrée, les vésicules résistent ; si l'on ajoute de l'eau iodée et de l'acide sulfurique, les unes se dissolvent, tandis que les autres demeurent non dissoutes ; mais elles n'ont pas été colorées par l'iode. Pour obtenir leur coloration, il faut ajouter l'iode après avoir absorbé l'acide sulfurique et lavé.

Dans le *Mimosa horrida* (pl. 12, fig. 7), des grains d'amidon *a* sont mêlés aux vésicules *c*, qui peuvent être examinées dans l'eau ; cependant, pour les bien voir, il faut placer les tranches minces dans une solution aqueuse d'iode concentrée qui les jaunit fortement. Il reste dans leur intérieur une matière finement granuleuse. Ces vésicules résistent quelque temps à la potasse concentrée et à l'ammoniaque ; leur contenu est dissous, et la membrane, quoique s'atténuant peu à peu, reste longtemps visible. Traitées

par l'iode et l'acide sulfurique, ces vésicules sont colorées en jaune intense, et persistent avec l'utricule protoplasmique dite primordiale, après que les membranes cellulaires ont bleui ou même ont été dissoutes.

Les cellules de l'embryon du *Dolichos pruriens* renferment deux, trois, quatre ou cinq gros grains d'amidon *aa* (pl. 12, fig. 4) entourés de grains beaucoup plus petits, de $0^{mm},005$ à $0^{mm},006$ environ, qui dans l'eau simulent un parenchyme autour de l'amidon. Ce parenchyme est surtout fort joli quand on a dissous par la potasse tout le contenu des vésicules. (La potasse doit être préférée à l'ammoniaque, parce que celle-ci les altère davantage.) Si l'on place des tranches minces de l'embryon de ce *Dolichos* entre deux lames de verre, dans de l'eau fortement iodée, et si l'on fait arriver de l'acide sulfurique en l'appelant latéralement avec un papier non collé, les vésicules résistent à l'action de l'acide plus longtemps que les cellules elles-mêmes. — On les voit aussi très bien dans l'éther.

Chez les *Dolichos biflorus*, *Pisum maritimum*, *Cicer sativum*, *Vigna glabra*, *Ervum Lens*, et surtout dans le *Soja hispida*, qui ne contient pas d'amidon, sont de très jolies petites vésicules, dont la membrane se liquéfie avec assez de facilité. Chez d'autres espèces, comme les *Dolichos sinensis*, *sesquipedalis*, *unguiculatus*, sont des grains qui prennent l'aspect vésiculaire en se gonflant, puis ils se liquéfient.

Les cellules de l'albumen et de l'embryon du *Bauhinia tomentosa* sont remplies de grains de forme un peu irrégulière. On y reconnaît, par un examen attentif dans l'huile, une paroi vésiculaire qui enveloppe un contenu homogène. Si l'on ajoute de l'eau, le contenu devient finement granuleux, et les vésicules sont très visibles sous la forme d'un parenchyme à membranes minces (pl. 12, fig. 2). La paroi de ces vésicules ne se dissolvant pas dans la potasse concentrée, au moins immédiatement, on les y voit aussi très bien. Si on lave la préparation pour enlever l'alcali, et qu'on les traite par la solution d'iode, puis par l'acide sulfurique, que l'on appelle latéralement avec un papier, elles montrent les réactions suivantes : Les membranes cellulaires

bleuissent et se tuméfient considérablement; les vésicules qu'elles renferment ne sont pas détruites même par l'acide sulfurique assez concentré, qui a altéré les cellules. Ces vésicules ont jauni, puis bruni dans l'albumen, où elles forment de jolis petits groupes encore après leur sortie des cellules. Dans l'embryon, les vésicules restent incolores ou ne jaunissent que très légèrement.

Chez les *Cardiospermum Halicacabum* et *microspermum*, les vésicules résistent aussi à l'action de la potasse concentrée, dans laquelle on les voit très bien (pl. 12, fig. 87); mais elles se dissolvent par des lavages prolongés à l'eau. Elles résistent assez bien à l'action de l'acide sulfurique. Il n'en est pas de même des vésicules des *Moringa aptera* et *pterygosperma* qui sont réduites très promptement en un liquide jaune par cet acide. Toutefois la potasse concentrée, dans laquelle on les voit parfaitement (pl. 12, fig. 90), ne les altère pas sensiblement; mais si l'on fait arriver de l'eau, elles se gonflent et se liquéfient comme celles des *Cardiospermum*.

On voit donc par ces quelques exemples que les vésicules aleuriennes se corportent de manières très différentes envers les agents de dissolution.

Contenu de la vésicule.

Ce contenu communique aux vésicules aleuriennes leurs aspects si divers. C'est même à lui, et non à son enveloppe, que sont dues toutes les formes que les grains peuvent affecter. Je vais donc décrire les principaux aspects que présentent ces grains, puis je signalerai les autres propriétés qui y correspondent.

Suivant l'état du contenu, les grains paraissent homogènes lorsqu'on les voit dans l'huile (quand je n'indiquerai pas spécialement le véhicule, ce sera toujours dans l'huile que je supposerai les grains placés) : tels sont ceux des *Colutea arborescens* (pl. 12, fig. 10), *Cassia fistula*, *Bauhinia tomentosa*, *Scorpiurus vermiculatus*, *Dorycnium herbaceum*, *Aquilegia vulgaris*, *Berberis vulgaris*, *Magnolia tripetala* (pl. 12, fig. 70), *Sideroxylon spinosum* (pl. 12, fig. 71, 72). Très souvent l'homogénéité n'est

qu'apparente. Le contenu peut renfermer plusieurs parties que l'on isole par l'ammoniaque, en ayant soin de la faire arriver avec beaucoup de précaution après avoir placé les grains dans l'éther. On découvrira ainsi quelquefois dans leur intérieur, des corps brillants, argentins, qui n'étaient pas visibles auparavant. Dans quelques cas même, l'immersion dans l'huile suffit pour faire apparaître, dans des grains en apparence homogènes d'abord, des grains partiels renfermés dans une vésicule commune. Tel est le cas pour les vésicules aleuriennes de l'*Acalypha caroliniana*. Placées dans l'huile d'amande, elles semblent d'abord homogènes, puis la vésicule se dilate, les grains partiels s'arrondissent et deviennent par là distincts les uns des autres, ainsi que de la membrane enveloppante. Si l'on traite les jolies vésicules aleuriennes de l'*Anchusa italica* par l'eau iodée légèrement iodurée, le contenu de chaque vésicule se montre divisé en plusieurs parties, deux, trois, cinq ou six, qui seront finement ponctuées comme l'était la substance de la vésicule mère.

Le plus souvent, en effet, les vésicules aleuriennes paraissent ponctuées, comme chagrinées, pourvues d'un grand nombre de petites vacuoles : ex. *Lupinus mutabilis* (pl. 12, fig. 27), *Nigella damascena*, *Styrax officinalis*, *Rivina lævis*, *Brassica oleracea*, *Œnothera salicifolia*, *Rheum undulatum*, *Rumex maximus*, *Silene fimbriata*, *Callistephus sinensis*, *Onopordon horridum*, *Centaurea calcitrapa* (pl. 12, fig. 46), etc.

Dans l'*Elæagnus angustifolius* il y a peu de ponctuations ou vacuolules ; il n'y en a fréquemment qu'une ou deux. Quand il en existe davantage, elles sont souvent limitées à une partie du grain. Dans le *Rosa alpina* elles sont très petites, peu nombreuses, et souvent l'une d'elles est un peu plus grande que les autres. Il en est de même chez beaucoup de grains du *Phytolacca decandra*, mais la grande vacuole est relativement beaucoup plus étendue, et elle existe même toute seule à une extrémité de certains grains ovoïdes ou elliptiques. Dans l'*Atropa Belladona* il y a deux sortes de grains : les uns globuloïdes, ponctués ; les autres souvent ovoïdes avec une grande vacuole à l'extrémité étroite. Dans l'embryon du *Spinacia inermis* il y a aussi deux sortes de

grains : les uns, plus gros, ont les apparentes vacuoles nombreuses et punctiformes ; les autres, plus petits, n'en ont qu'une, deux ou trois, qui sont plus grandes. Dans le *Pyrus cerasiformis*, les grains, souvent anguleux, n'ont qu'une, deux ou un petit nombre de vacuoles relativement grandes. Il y en a plus fréquemment une ou seulement deux grandes dans les *Tetragonia echinata*, *Tragopogon pratense*, *majus* (pl. 12, fig. 46 *bis*, *a*, *b*). Il n'en existe qu'une seule et quelquefois pas dans le *Rhamnus infectorius*. Il en existe une relativement grande au milieu de chaque grain globuleux du *Cotoneaster tomentosa*, et une plus grande encore dans les grains du *Silybum viride*.

Chez bon nombre de plantes les vacuoles sont ordinairement latérales, uniques ou en petit nombre : *Pinus pinaster* (pl. 12, fig. 76, *a*), *P. Strobus*, *canadensis*, *Brutia*, *excelsa* Wall., *Cupressus sempervirens*, *Linum usitatissimum*, *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinella*, *Cucumis Figarei*, *Bryonia alba*, *Luffa stricta*, *Opuntia inermis*, *Echinocactus sulcatus*, *Fumaria Vaillantii*, *Argemone grandiflora*, *Papaver somniferum*, *Glaucium fulvum*, *Ricinus* (pl. 12, fig. 77 et 78, *a*), *Curcas*, *Ruta graveolens*, *Viola odorata*, etc. Quand il n'y en a qu'une dans ces plantes, elle est ordinairement à l'extrémité étroite d'un grain ou vésicule ovoïde (pl. 12, fig. 76, *a*). Il y en a quelquefois deux à cette extrémité (fig. 77) dans le *Ricinus*, l'*Argemone*, et jusqu'à quatre dans le *Viola odorata*. Dans les *Ruta*, *Papaver* et *Fumaria* cités ici, elles sont souvent placées sur deux côtés différents ou sur deux extrémités opposées.

Chez toutes les plantes nommées précédemment, les grains aleuriques sont limités par des lignes courbes ; chez d'autres, au contraire, certains grains seulement (pl. 12, fig. 49, *a*) ressemblent à ceux des végétaux nommés dans l'alinéa qui précède ; les autres grains, bien qu'ayant la même structure, sont limités par des lignes brisées (pl. 12, fig. 49, *b*, *c*, *d*). Tels sont les grains du *Chelidonium majus*, dont la substance polyédrique est rhomboïdale (fig. 49, *b*) ou même rhomboédrique *c*, ou hexaédrique *d*. Dans le *Tournefortia heliotropioides* et dans le *Nicotiana noctiflora*, la substance opposée à la vacuole est aussi à surface tantôt cur-

viligne et tantôt rectiligne; mais dans ces deux plantes, il est bon nombre de grains qui sont dépourvus de vacuoles, et ces grains sont souvent hexaédriques, ou bien on remarque la vésicule enveloppante, très mince, autour d'un contenu hexaédrique. Enfin, dans les grains aleuriques des *Sambucus* on ne remarque plus de vacuoles, et le contenu d'apparence cristalline est beaucoup plus fréquent. La plupart des grains, cependant, sont globuloïdes ou un peu irréguliers, homogènes, surtout dans le *Sambucus Ebulus*. Il en est de même dans le *Sambucus nigra* et dans bon nombre de grains du *Sambucus canadensis;* mais dans ce dernier surtout j'ai trouvé une quantité notable de grains, ou mieux de vésicules, qui présentaient de fines granulations parmi lesquelles on remarquait un gros noyau hexaédrique ou en losange (pl. 12, fig. 48, *b*). Ce dernier devenait rhomboédrique au contact de l'eau.

Dans les grains où l'on n'observe pas de granulations, le noyau blanc, en apparence homogène, présente souvent un contour hexagonal, à la périphérie duquel on aperçoit la vésicule vis-à-vis des faces planes (pl. 12, fig. 48, *a*). Souvent aussi la vésicule n'est pas visible, étant appliquée parfaitement sur toute la surface du noyau cristallin. C'est surtout dans le plus gros grain de chaque cellule (le solitaire) que l'on remarque le mieux le noyau cristallin, jaunissant par l'iode, à la place même de ce cristalloïde qui ne devrait pas jaunir, étant formé par la substance de la prétendue cavité interne. Ces faits prouvent donc une fois de plus que la théorie de M. Hartig n'est pas fondée.

Il est d'autres plantes dans l'albumen desquelles les grains cristallins sont plus fréquents encore, à une certaine phase de leur développement. Presque tous ces grains perdent, par les progrès de la végétation, leur forme cristalline pour revenir à l'aspect vésiculaire. Les grains aleuriques de l'*Asphodelus fistulosus* L. (pl. 12, fig. 65) sont dans ce cas. La figure 64 en représente l'état naissant au pourtour de la cellule, sous la forme de corpuscules globuleux *a*. En *b* était un grain déjà rhomboédrique.

Dans le *Myristica sebifera* sont des cristaux, d'abord incolores, qui deviennent jaune pâle, jaune foncé, et enfin rougeâtres. Ces cristaux m'ont paru appartenir au système prismatique rectangu-

laire oblique. Il y a beaucoup d'octaèdres et des prismes rhomboïdaux, ainsi que chez le *Myristica moschata*. Tous ces grains polyédriques, à arêtes vives et à angles très aigus, se déforment en vieillissant, et se changent en vésicules à contours sinueux. Ce phénomène a échappé à M. Hartig, qui n'a point vu que les cristaux jaune pâle du *Myristica moschata* deviennent les grosses vésicules rougeâtres de la noix muscade. J'ai observé ce changement dans cette dernière, mais il est rare de l'y apercevoir ; au contraire, il est très facile à reconnaître dans le *Myristica sebifera*, où l'on a toutes les transitions de forme et de couleur.

A ce groupe se rattache évidemment le premier type des vésicules cristalligènes que j'ai décrites plus haut : les vésicules cubiques, ou à formes dérivées du cube, que j'ai observées dans le *Pleurothallis circumplexus*, et celles du système rhomboédrique (ou plutôt du système prismatique rectangulaire oblique) que m'a données le *Sparganium ramosum*. Dans cette dernière plante, non-seulement les cristaux peuvent revenir à la forme vésiculaire originelle, mais ces cristaux végètent et se multiplient à la manière des cellules (pl. 2, fig. 32, 60, 62, 63, 64, etc.). C'est encore là un phénomène que n'a point reconnu M. Hartig, qui se borne à dire que, dans le *Myristica moschata*, quelques cristaux se trouvent souvent réunis.

Si maintenant nous faisons un examen comparatif de l'action de l'eau, de l'eau iodée et de l'eau iodée très légèrement iodurée sur ces divers grains d'aleurone, nous trouvons des différences qui ne sont pas toujours en rapport avec leur aspect extérieur. Suivant l'action de ces liquides, les vésicules aleuriennes se divisent en sept groupes :

1° Celles qui, homogènes ou légèrement ponctuées, se liquéfient aisément dans l'eau. Toute leur substance est colorée en jaune ou jaune brun par l'eau iodée (*Lupinus mutabilis*, *succulentus*, *Colutea*, *Glycyrrhiza*, *Psoralea*, *Onobrychis*, *Berberis vulgaris*, *Matthiola*, *Styrax*, *Xanthium*, *Evonymus*, *Brassica oleracea*, *Helianthus annuus*, etc.

2° Celles qui, homogènes ou ponctuées, ne se liquéfient pas dans l'eau, ou seulement en partie minime. L'*Acalypha caroliniana*

déjà cité est un type de ce groupe. Ses vésicules sont en apparence homogènes; mais leur contenu tout entier se divise en deux ou plusieurs grains partiels qui jaunissent par l'eau iodée. Les vésicules du *Corydalis Gebleri* sont finement ponctuées, et leur contenu se partage dans l'eau iodée en grains partiels qui sont jaunis par l'iode. Chez les *Sambucus*, la vésicule et une partie minime du contenu se liquéfient dans l'eau, et il ne reste qu'un noyau simple ou composé, coloré en jaune brun par l'iode. Les vésicules aleuriennes du *Solanum nigrum* se comportent à peu près de même.

Aux cinq groupes suivants appartiennent les vésicules qui présentent ces sortes de vacuoles renfermant les corpuscules appelés *albines* par M. Hartig.

3° La substance dite glutineuse qui entoure les vacuoles est liquéfiable dans l'eau; *les albines se liquéfient aussi*, *ou même se dissolvent bientôt*, sans avoir jauni (*Crotalaria incana*, *Silybum viride*, *Tragopogon pratense*, *majus* (pl. 12, fig. 46 *bis*, *a*, *b*), *Tetragonia echinata*, etc.

4° La substance glutineuse (c'est-à-dire azotée comme le gluten) est liquéfiable dans l'eau; mais les albines ne se liquéfient pas, du moins immédiatement, et restent blanches au contact de l'iode ou dans l'eau iodée iodurée (*Cotoneaster tomentosa*, *Rosa alpina*, *Rhamnus infectorius*, *Phytolacca decandra*, *Tropæolum majus*, etc.

5° La substance glutineuse ne se liquéfie pas, *mais l'albine se dissout ordinairement très vite* (*Linum usitatissimum*, *Opuntia inermis*, *Tournefortia heliotropioides*, divers *Pinus*, etc., etc.). Le *Linum* est un fort bel exemple de ce cas. Chaque vésicule a une albine volumineuse extrêmement soluble. Pour bien voir celle-ci, il faut placer des tranches minces de la semence dans de l'éther entre deux lames de verre, et faire arriver de l'eau iodée par le côté. La substance glutineuse non liquéfiable se colore en jaune brun, et se montre alors ordinairement composée de plusieurs pièces, tandis que l'albine, restée blanche, se dissout promptement. La membrane vésiculaire est assez longtemps apparente autour de l'espace qu'occupait l'albine.

6° La substance glutineuse jaunissante ne se liquéfie pas, et les

albines, insolubles aussi, restent blanches au contact de l'iode. Les vésicules aleuriennes du *Ricinus communis* sont le type de ce groupe, et celles du *Viola odorata* paraissent opérer la transition entre cette section et la suivante, en ce que leurs albines prennent une teinte un peu jaune.

7° La substance glutineuse jaunissant par l'iode n'est pas liquéfiable ; l'albine est insoluble, *et jaunit aussi dans l'eau iodée ou dans l'eau iodée très légèrement iodurée* (*Chelidonium majus, Fumaria Vaillantii*, *Glaucium fulvum*, *Papaver somniferum*, *Jatropha Curcas*, *Pinus Strobus*, *canadensis*, etc.

Pendant l'étude de l'action de l'eau, de l'eau iodée, de l'eau iodée iodurée sur les vésicules aleuriennes, j'ai eu souvent l'occasion de m'apercevoir que ces liquides font prendre la forme cristalline au contenu jaunissant non liquéfiable, ou même quelquefois tardivement liquéfiable, de bon nombre de vésicules aleuriennes.

Les vésicules du *Sideroxylon spinosum*, qui sont globuloïdes ou fusiformes (pl. 12, fig. 71, 72, 73), acquièrent souvent dans ces liquides aqueux la forme hexaédrique (fig. 74, 75). Il en est de même des grains globuleux ou ovoïdes du *Magnolia tripetala*, qui, il est vrai, offrent naturellement déjà, mais très rarement, une ébauche de cette forme hexaédrique (pl. 12, fig. 70, *c*). Voici un moyen très élégant d'obtenir ces formes cristallines, et de prouver la nature vésiculaire de ces grains. Si l'on place dans l'éther des tranches minces de l'albumen du *Magnolia tripetala* entre deux lames de verre, les grains se gonflent un peu et deviennent comme chagrinés. Si, sur le côté de la lame qui les couvre, on ajoute une goutte d'ammoniaque, celle-ci dissout avec une extrême rapidité les grains les plus voisins. Ceux qui sont placés dans les cellules les plus éloignées ne sont atteints que très lentement par l'alcali ; leur vésicule se vide peu à peu par la dissolution de son contenu, qui disparaît de la circonférence au centre (pl. 12, fig. 91), et souvent après que le grain est devenu triangulaire (fig. 92), ou hexaédrique (fig. 93, 94). La membrane un peu gonflée, restant seule avec quelques corpuscules (fig. 95), finit aussi par se dissoudre, si l'ammoniaque est en quantité suffisante. L'action est un peu plus lente, si au lieu d'éther on s'est servi d'alcool.

Dans le *Magnolia glauca*, le contenu des vésicules est plus souvent obscurément polyédrique, et il le devient beaucoup plus nettement dans l'eau pure. J'y ai remarqué, ainsi que dans d'autres plantes, des rhomboèdres très nets (ou probablement plutôt des prismes rhomboïdaux), et aussi des octaèdres, mêlés à des formes dérivées.

Le *Corydalis Gebleri* est un exemple non moins intéressant. Dans le *Magnolia tripetala* et le *Sideroxylon*, c'est le grain tout entier qui devient cristallin ; dans le *Corydalis Gebleri*, le contenu de la vésicule aleurienne est formé de plusieurs grains partiels qui, dans l'eau iodée, se gonflent, deviennent globuleux, et enfin hexaédriques ou rhomboïdaux.

Les noyaux ou grains partiels naviculaires *b b'* du *Pinus canadensis*, que les figures 34, 35, 36, pl. 12, montrent après l'écartement de la vésicule par l'ammoniaque, deviennent rhomboédriques dans l'eau iodée iodurée.

Dans les vésicules parfaites du Ricin, que M. Hartig cite comme un des plus beaux exemples de noyaux cristallins existant normalement, le noyau ne devient cristallin que dans une liqueur susceptible de lui céder de l'eau. Dans cette circonstance, la vésicule enveloppante est dissoute, l'albine reste globuleuse, tandis que le noyau aleurique simple ou composé prend des formes cristallines, parmi lesquelles on distingue de jolis octaèdres, souvent incomplets au point de l'insertion de l'albine. Mais ce noyau ne devient pas cristallin dans un milieu qui ne peut lui abandonner de l'eau, dans la solution concentrée de potasse, par exemple. Si, au contraire, on ajoute de l'eau à cette solution, le noyau prend aussitôt la forme cristalline. L'ammoniaque détermine la cristallisation de ce noyau du Ricin en lui cédant de l'eau. C'est là ce qui a induit M. Hartig en erreur, quand il a dit que le cristal existe dans les vésicules, et que l'on peut démontrer sa présence en plaçant une goutte d'ammoniaque sur l'huile qui contient une tranche mince de l'albumen du Ricin, etc.

Dans l'eau iodée iodurée, des formes cristallines sont offertes par la substance aleurique non liquéfiable des *Fumaria Vaillantii*, *Glaucium fulvum*, *Ruta graveolens* (octaèdres), *Papaver*

somniferum (hexaèdre creux), *Curcas* (rarement cristallin), *Solanum nigrum* (quelquefois des losanges), *Basella alba* (hexaèdres et prismes rhomboïdaux), *Salvia verticillata*, *Potentilla formosa*, *chrysantha*, *effusa*, *desertorum* (très petits losanges), *Viola odorata* (très beaux octaèdres parmi d'autres formes).

M. Hartig, ai-je dit déjà, a obtenu de tels cristaux dans les mêmes liquides, mais il les croit toujours préalablement formés dans les grains d'aleurone; tandis que je me suis assuré qu'ils sont produits sous l'influence du liquide ajouté. Ces cristaux ne sont point nés au milieu d'une solution qui en contenait la substance; ils sont dus à un changement de forme d'un corps organisé vésiculaire qui, de globuleux ou ovoïde, devient cristallin, octaédrique, prismatique, à faces rhomboïdales, etc., dans les liqueurs désignées.

Enfin, chez les plantes dont quelques vésicules aleuriennes offrent un noyau cristallin déjà ébauché, ce noyau prend des formes plus caractérisées au contact de l'eau, de l'eau iodée ou de l'eau iodée iodurée. Les *Nicotiana noctiflora*, *Tabacum*, *persica*, offrent des octaèdres, entre autres formes. Dans le *N. Tabacum* surtout, les octaèdres se dessinent nettement comme appartenant à un système prismatique rectangulaire. Les *Chelidonium Majus* (pl. 12, fig. 49, *b*, *c*, *d*), *Sambucus canadensis*, *Ebulus* et *nigra*, donnent des prismes rhomboïdaux ou des formes dérivées.

La constitution souvent complexe, déjà signalée, de la substance glutineuse non liquéfiable, jaunissant par l'iode, de chaque vésicule, peut encore être mise en évidence en plaçant des tranches minces dans l'eau ou mieux dans l'éther, entre deux lames de verre, et faisant arriver ensuite par le côté, avec beaucoup de précaution, la plus petite quantité possible d'ammoniaque; celle-ci dilate les vésicules, et fait voir dans leur intérieur, avec quelques fines granulations, les diverses parties de la substance glutineuse, l'albine exceptée, quand elle est soluble. C'est ainsi qu'ont été obtenues les figures 28 à 31, pl. 12, qui montrent la composition du contenu de quelques vésicules aleuriennes du *Pinus Strobus*; les figures 32 à 37, qui ont été données par des vésicules du *Pinus canadensis*; les figures 38 à 45, fournies par le *Pinus excelsa*

Wall.; et les figures 47, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, qui indiquent la constitution du noyau non liquéfiable de vésicules du *Linum usitatissimum*. Les noyaux, ou la substance insoluble des *Opuntia inermis*, *Echinocactus sulcatus*, etc., etc., se comportent de la même manière. Si la proportion d'ammoniaque était trop forte, tous les noyaux aleuriques seraient dissous. Tous ces noyaux, gonflés par l'ammoniaque, ont l'apparence de jolies vésicules, qui roulent dans le liquide, souvent encore renfermées dans la vésicule mère. Celles qui sont naviculaires, comme dans le *Pinus canadensis* (pl. 12, fig. 34 *b*, 35 *b*, *b'*, 36, *b*), sont surtout fort remarquables.

Origine des vésicules aleuriennes.

M. Hartig pense que les grains d'aleurone naissent dans la paroi cellulaire, dans ce qu'il appelle la cavité du ptychode, c'est-à-dire entre les deux membranes qui composent cette paroi, suivant lui. Dans son Mémoire de 1856 (*Ann. sc. nat.*, 4e série, t. VI, p. 347), il dit n'avoir pu suivre le développement de l'aleurone que dans le Lupin (*Lupinus luteus*). La cavité du ptychode renferme, outre le nucléus, des grains de chlorophylle, dans chacun desquels naît un grain d'amidon. La couleur verte disparaît ensuite. « Par la continuation du grossissement des grains de chlorophylle qui étaient originairement simples, on voit disparaître peu à peu les granules de fécule, dont la substance se liquéfie, à ce qu'il paraît, jusqu'à ce qu'enfin le grain total, maintenant ovoïde et beaucoup plus gros, soit devenu incolore et susceptible d'être coloré en brun jaunâtre uniforme par l'iode, en rouge-brique par l'azotate d'argent. »

Il est très vrai que des grains d'amidon accompagnent souvent les vésicules aleuriennes, ainsi que le montrent les cellules des *Arachis hypogea* (pl. 6, fig. 68), *Carya amara* (fig. 67), *Cucurbita Pepo* (fig. 70), *Sicyos angulatus*, *Hedysarum flexuosum*, *Erythrina corallodendron*, *Onobrychis caput Galli* (pl. 12, fig. 1, *a*), *Dolichos pruriens* (pl. 12, fig. 4, *a*), *Mimosa horrida* (pl. 12, fig. 7, *a*), etc., etc. Il est vrai aussi que, dans bon nombre de plantes (*Pinus Strobus*, *Taxus baccata*, *Cucumis prophetarum*,

Trifolium vesiculosum, *Tetragonolobus purpureus*, etc., etc., il est fréquent de trouver des grains d'amidon mêlés à ceux d'aleurone dans certaines cellules; tandis que, dans d'autres cellules des mêmes préparations, il n'y a que des vésicules ou grains aleuriques. Dans des plantes assez nombreuses, qui, comme le *Cucurbita* (pl. 6, fig. 70), offrent d'abord de l'amidon, on n'en trouve plus du tout quand les semences ont vieilli. Cela ne prouve évidemment rien en faveur de la transformation de la substance amylacée en aleurone; mais, dans quelques autres végétaux, il paraît y avoir beaucoup de probabilité en faveur de ce changement. Dans l'embryon du *Carya amara*, par exemple, il existait beaucoup d'amidon dans les cellules (pl. 6, fig. 67) mêlé à des grains aleuriques de même grosseur, tandis qu'à une époque ultérieure les grains d'amidon étaient plus rares; plus tard encore, le nombre des grains d'aleurone était diminué, et l'huile était plus abondante.

Dans l'*Onobrychis sativa*, certaines cellules ne contenaient que des grains d'amidon, quand je les examinai; tout à côté étaient d'autres cellules qui renfermaient à la fois des grains amylacés et des grains aleuriques. Ceux-ci étaient moins nombreux et aussi gros que les grains d'amidon. D'autres utricules contenaient également de l'amidon et de l'aleurone, mais les grains de cette dernière étaient plus volumineux que les grains amylacés et à peu près en nombre égal. Enfin il y avait des cellules qui ne renfermaient que des grains d'aleurone.

Je n'ai pu étudier le développement de cette substance dans le *Lupinus luteus* examiné par M. Hartig, mais j'ai fait quelques observations sur les *Lupinus mutabilis* et *varius*.

Dans ce dernier, je n'ai remarqué de l'amidon à aucune époque. Il m'a paru que des grains verts nés au pourtour de la cellule, d'abord pleins (pl. 12, fig. 21, *a*), puis vésiculaires *b*, se transformaient en aleurone (pl. 12, fig. 22), sans passer par l'état amylacé. Il y avait aussi dans le centre de la cellule des corpuscules plus petits, de formes diverses (fig. 21), dont je n'ai pas constaté le développement ultérieur.

Au pourtour interne des cellules de l'embryon jeune du *Lupinus*

mutabilis, il naît des globules d'abord pleins, très légèrement jaunes-verdâtres. Plus tard, ces globules présentent une cavité centrale, leur contenu se distribuant à la périphérie de leur membrane vésiculaire. Plus tard encore, ils sont répandus dans la cellule, et contiennent deux ou trois petits granules (pl. 12, fig. 24). L'iode n'y dénote pas d'amidon. Dans un embryon plus âgé, les cellules contiennent des grains pleins (pl. 12, fig. 25), dont les plus jeunes sont légèrement verts-jaunâtres, et les plus gros incolores ; ce qui semble indiquer que ces derniers provenaient des vésicules verdâtres observées dans les embryons plus jeunes. A cette époque, des petits grains d'amidon étaient quelquefois mêlés à ceux de l'aleurone. Quoique ultérieurement on ne trouve que des grains aleuriques (pl. 12, fig. 27), il me paraît évident que dans ce Lupin l'aleurone n'a jamais été de l'amidon.

Dans le *Colutea arborescens*, je n'ai point trouvé d'amidon, mais des grains jaunissant par l'iode, qui commencent par n'être que de très petites granulations incolores (pl. 12, fig. 8), ou légèrement jaunes-verdâtres, suivant la partie de l'embryon. Ils grossissent peu à peu (fig. 9 et 10), et acquièrent la propriété de se liquéfier dans l'eau, en prenant les divers aspects représentés par les figures 11 à 15 décrites plus haut.

A aucune époque on ne trouve de trace d'amidon dans l'albumen du Ricin. Au début des cellules, un protoplasma enveloppant de fines granulations se répartit au pourtour de la cellule et du nucléus, d'où rayonnent parfois des filets garnis de granulations. Bientôt les cellules sont pleines de ces fins granules, parmi lesquels sont des grains plus gros qui ne sont pas toujours globuleux. Ces grains grossissent ; leur nombre augmente ; ils paraissent contenir une cavité ou un noyau entouré d'une couche épaisse. Plus tard, le noyau paraît polyédrique, et environné par une couche oléagineuse, qui se divise en gouttelettes au contact de l'eau. Je n'ai point vu le passage de ces grains à l'état des vésicules représentées par la figure 78, pl. 12.

Dans le *Xanthium italicum*, les jeunes cellules de l'embryon déjà dilatées sont garnies d'une couche périphérique épaisse,

d'aspect très dense, qui se divise en fragments irréguliers (pl. 12, fig. 69, *p*). Dans les cellules plus âgées, la couche périphérique n'existe plus ; elle est remplacée par des grains épars dans la cavité cellulaire (fig. 67), qui déjà se liquéfient dans l'eau en se réduisant en anneaux comme ceux qu'indique la figure 68, pl. 12. La figure 66 représente des grains d'aleurone de la semence fraîche et mûre du *Xanthium strumarium*, qui viennent d'être placés dans l'eau. Ils se liquéfient plus vite après l'hiver, et ont à peu près le même aspect dans l'huile.

Les vésicules aleuriennes adultes de l'*Asphodelus fistulosus* L. sont globuloïdes, et enserrent un contenu formé quelquefois de deux ou trois parties qui remplissent la vésicule. On remarque çà et là parmi elles quelques rares prismes rhomboïdaux. Cette forme cristalline est celle de ces vésicules à une certaine phase de leur développement (pl. 12, fig. 65). A leur origine, elles constituent, au pourtour de la cellule, de très petits grains globuleux *a* (fig. 64), dont quelques-uns peuvent montrer, dès ce moment, la forme rhomboïdale comme en *b*. Tous ces grains jaunissent par l'iode ; mais, dans quelques cellules périphériques de l'albumen, j'ai trouvé aussi quelques granules d'amidon.

Le *Cardiospermum Halicacabum* mérite de fixer l'attention. Aux approches de la maturité, l'embryon contient deux sortes de cellules : les unes sont remplies de granules, d'abord à peu près égaux, un peu plus tard très inégaux et à contours irréguliers ; les autres renferment des vésicules *a* (pl. 12, fig. 86) qui contiennent un gros noyau *b*. Ces vésicules commencent par des globules dont le pourtour, formant une membrane, s'écarte bientôt du noyau. Tantôt ces vésicules sont à peu près égales ; tantôt elles entourent une vésicule plus grande (pl. 12, fig. 85, *a*), qui a souvent toute l'apparence d'une vésicule nucléaire munie d'un seul nucléole. Les vésicules plus petites, qui entouraient la vésicule *a* de la figure 85, contenaient chacune un globule, et quelquefois deux comme en *d*. La vésicule *a* renfermait huit globules de même nature. Ce sont sans doute les grains ou vésicules de ces deux sortes de cellules qui deviennent les vésicules aleuriennes que l'on voit dans la figure 87, pl. 12. Cette figure représente une

cellule vue dans la solution concentrée de potasse (1). A aucune époque de l'évolution de l'embryon, je n'ai constaté la présence de l'amidon.

J'ai indiqué plus haut l'origine des vésicules cristalligènes du *Sparganium ramosum* et du *Pleurothallis circumplexus;* elles n'ont pas non plus pour origine des grains amylacés.

On peut juger par ces quelques exemples que si, dans quelques cas, la transformation de l'amidon en aleurone paraît probable, il est bien certain que, dans les *Lupinus mutabilis*, *varius*, *Colutea arborescens*, *Xanthium italicum*, *Asphodelus fistulosus*, *Cardiospermum Halicacabum*, *Ricinus communis*, *Pleurothallis circumplexus*, etc., l'amidon n'a aucune part à la production des vésicules aleuriennes. Celles du *Sparganium* résultent évidemment de la modification de vésicules qui étaient destinées à multiplier les cellules.

SUPPLÉMENT AUX VÉSICULES CHROMULIFÈRES.

1° Il existe dans le fruit du *Daphne Laureola* de belles vésicules violettes, ordinairement oblongues, naviculaires, dont la dimension varie beaucoup, car elles atteignent jusqu'à 0^{mm},06 sur

(1) *Note de l'auteur.* — Dans les *Cardiospermum Halicacabum* et *microspermum*, le plus gros grain, c'est-à-dire le *solitaire*, de même que celui de beaucoup d'autres plantes, laisse ordinairement apercevoir, après la dissolution de son contenu, un groupe cristallin rayonnant. C'est là ce que M. Hartig appelle un *cristalloïde*. Je dirai, à cette occasion, le défaut d'espace ne m'ayant pas permis de parler des *globides*, que ce savant me paraît avoir quelquefois nommé ainsi des groupes cristallins imparfaits. C'est assurément ce qui est arrivé dans le *Vitis*. Au reste, la confusion est facile, car on trouve le passage de tels groupes cristallins parfaits même aux albines globuleuses. En étudiant avec beaucoup d'attention un grand nombre de tranches de l'albumen du *Vitis vinifera*, on aperçoit en effet, à la place de ces groupes de cristaux, des corps de formes variées, globuloïdes et un peu hérissés, globuloïdes et lisses, carrés, rhomboïdaux ou rectangulaires, qui ne sont que des états différents de la même substance. J'ai eu fréquemment l'occasion d'observer, dans des plantes diverses, à solitaires contenant des cristaux rayonnants (cristalloïdes de M. Hartig), que de ces corps globuleux, rectangulaires ou carrés, se transforment en groupes de cristaux rayonnants aussitôt qu'on les met dans l'ammoniaque ou dans une liqueur aqueuse.

0^{mm},0075. Ces vésicules passent au bleu à mesure qu'elles s'élargissent, et leurs contours sont irréguliers à la fin de leur végétation.

2° Il y a encore, dans certaines cellules subépidermiques du même fruit, d'autres vésicules bleues fort intéressantes, en ce que leur naissance vient confirmer de nouveau l'origine que j'ai attribuée à diverses sortes de vésicules. Ces vésicules bleues du fruit du *Daphne Laureola* naissent d'un protoplasma *indigo foncé*, réparti au pourtour de la cellule, dont le nucléus est fréquemment aussi de couleur bleue. Ce protoplasma ne présente d'abord que des granulations, puis certains granules grossissent, et deviennent de jolies vésicules bleues globuleuses qui ont jusqu'à 0^{mm},0075. Je n'ai pas suivi leur développement ultérieur; quelques-unes semblaient divisées en deux et d'autres en quatre.

3° J'ai trouvé aussi dans le *Lonicera cærulea* des vésicules roses, globuleuses, ayant de 0^{mm},002 à 0^{mm},005, qu'il ne faut pas confondre avec les petites vésicules nucléaires rose clair, ponctuées, munies d'un nucléole rose plus foncé. D'autres vésicules paraissant de même nature étaient allongées. Enfin j'en ai observé de beaucoup plus grosses (de 0^{mm},04 sur 0^{mm},025), violacées, qui étaient composées, et rappelaient le mode de végétation des vésicules du fruit du *Solanum guineense*, représentées par les figures 52 à 60, pl. 5; mais je n'ai point constaté, dans le fruit du *Lonicera cærulea*, la transition de la vésicule simple à la composée.

4° Les fruits noirs des *Rubus cæsius*, *laciniatus*, *glandulosus*, *lasiocarpus*, etc., contiennent à la fois trois sortes principales de vésicules : 1° des vésicules fausses vacuoles; 2° des vésicules roses ou rouges; 3° des vésicules bleues, ou à centre bleu, et à contour violet ou rose. J'ai pensé que quelques mots sur leur développement ne seraient pas superflus. — Durant la maturation, les vésicules chlorophylliennes disparaissent pendant que la couleur rose violacée se manifeste. Cette première teinte rosée n'est pas due à la présence de vésicules, mais à celle d'un liquide répandu dans toute la cellule. Un peu plus tard, il naît dans les utricules de nombreuses vésicules fausses vacuoles très petites,

qui forment quelquefois, vers la fin de la végétation du fruit, un élégant parenchyme très délicat, à parois très nettes, dans l'intérieur des cellules (*Rubus glandulosus*, etc.). C'est d'une partie de ces apparentes vacuoles que naissent les vésicules roses ou rouges et les bleues. Le contenu de ces petites vésicules fausses vacuoles se colore en rose dans les cellules incolores, en rose plus foncé dans les cellules à contenu déjà rosé. Certaines de ces vésicules, en grandissant un peu, se rapprochent du rouge de Mars clair, tandis que d'autres vésicules roses produisent vers leur centre un globule bleu noir. Ce globule bleu est donc entouré d'une zone de couleur rose dans le principe; mais graduellement cette zone passe au violet, et même quelquefois tout à fait au bleu, en sorte que l'on a un globule bleu foncé environné d'une zone bleue plus claire ou plus fréquemment violette. Les vésicules ainsi développées ont généralement de $0^{mm},002$ à $0^{mm},005$. Elles s'étendent un peu en vieillissant. Alors la zone violette tend à disparaître, et le globule bleu central devient diffus. — Telles sont les vésicules simples; mais il y en a de composées, qui, dans un plasma rose ou plus souvent incolore, renferment plusieurs vésicules comme les précédentes. Le *Rubus corylifolius* m'a paru le plus remarquable à cet égard. J'y ai trouvé des vésicules composées qui ne contenaient que des vésicules roses, parfois plus de vingt. Chez d'autres, il y avait en même temps des vésicules roses ou rouges et des vésicules bleues à contour violet; le plus souvent, surtout dans les *Rubus cæsius*, *laciniatus* et *glandulosus*, il n'existe que de ces dernières.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 1.

Fig. 1 et 2. Cellules épidermiques d'un jeune ovaire d'*Avena sativa.* — 3. Très jeune poil pris sur une fleur de *Bryonia alba.* — 4. Jeunes cellules épidermiques de la tige de l'*Hippuris.* — 5. Cellules superficielles d'une Pomme de terre commençante. — 6. Jeunes cellules épidermiques d'une feuille d'*Aloe verrucosa.* — 7, 8 et 9. Cellules d'un jeune embryon de *Lathyrus latifolius.* — 10. Cellule d'un jeune albumen d'*Emex spinosus.* — 11 à 18. Vésicules nucléaires et cellules de l'albumen du *Sparganium ramosum.* — 19. Vésicules nucléaires et cellules de l'albumen du Maïs. — 20 à 37. Vésicules nucléaires et cellules de l'embryon du *Pisum sativum.*

PLANCHE 2.

Fig. 1 à 66. Vésicules cristalligènes et cristaux nés de ces vésicules dans l'albumen du *Sparganium ramosum.* Végétation et multiplication de ces cristaux. — 67. Une de ces vésicules composées recouverte d'amidon. — 68. Grains d'amidon du *Sparganium ramosum.* — 69. Vésicule nucléaire du *Pleurothallis circumplexus.* — 70 à 77. Vésicules cristalligènes et cristaux de la même plante. — 78 à 81. Vésicules cristalligènes et cristaux du *Megaclinium maximum.*

PLANCHE 3.

Fig. 1 à 4. Cellules et vésicules obtenues du fruit du *Lycopersicum esculentum.* — 5. Cellule d'une feuille de *Pleurothallis circumplexus.* — 6. Cellule du fruit du *Cucurbita Pepo,* var., *Coloquinelle,* prise vis-à-vis la partie colorée en jaune. — 7 et 8. Cellules de l'albumen du Maïs. — 9. Une cellule de l'albumen jeune du *Pinus brutia.* — 10. Une cellule de l'albumen jeune du *Taxus baccata.* — 11 à 19. Vésicules obtenues du pédoncule charnu du *Podocarpus sinensis.* Les vésicules 18 et 19 contiennent des grains d'amidon *a.* — 20. Jeunes cellules épidermiques de l'embryon de l'*Orobus variegatus.* — 21 à 23. Multiplication des cellules allongées des faisceaux du *Joliffia africana.*

PLANCHE 4.

Fig. 1, 2, 3. Vésicules pseudo-nucléaires du fruit du *Solanum nigrum.* — 4 à 21. Vésicules qui naissent des précédentes. — 22 et 23. Cellules du même fruit. — 24, 25 et 26. Vésicules du même fruit. — 27, 28, 29. Cellule, vésicule et cristaux de la feuille du *Lepanthes cochlearifolia.* — 30. Jeune cellule née d'une vésicule fausse vacuole dans le fruit du *Solanum nigrum.* — 31 à

49. Vésicules et cellules du fruit du *Solanum Dulcamara*. — 50 à 59. Vésicules obtenues du fruit du *Solanum Berterii* Desf. = *S. villosum* Lamk.

PLANCHE 5.

Fig. 1. Cellules du *Lepanthes cochlearifolia*. — 2 et 3. Vésicules chlorophylliennes avec grain d'amidon obtenues du fruit du *Solanum tuberosum*. — 4 à 11. Vésicules du fruit du *Solanum nigrum*. — 12 à 15. Vésicules avec chlorophylle et grains d'amidon *a*, obtenues du bulbe du *Phajus grandiflorus*. — 16 et 17. Grains d'amidon nés dans les vésicules précédentes. — 19. Vésicule avec amidon et chlorophylle obtenue du fruit du *Solanum ferrugineum*. — 20. Vésicule avec amidon tirée du fruit du *Sarracha stapeliæfolia*. — 21 à 24. Cellules et vésicules chromulifères du pédoncule du *Chamædorea Sartorii*. —25 à 29. Cellules et vésicules chromulifères tirées du fruit de l'*Asparagus officinalis*. — 30. Cellule et vésicules obtenues du fruit du *Capsicum pseudocapsicum*. —31. Vésicules obtenues du fruit du *Capsicum bicolor*.—32. Les mêmes, traitées par l'eau iodée. — 33 et 34. Cellules et vésicules obtenues du fruit de l'*Arum italicum*. — 35. Une cellule de la corolle du *Clavija lancifolia*. — 36. Une cellule du fruit du *Pyrus aucuparia*. — 37. Cellule du fruit du *Pyrus americana*. — 38. Cellule du fruit du *Lycium vulgare*. — 39. Cellule du fruit du *Lonicera etrusca*.— 40. Cellule de la corolle du *Rondeletia speciosa*.— 41. Vésicules de la corolle de l'*Helenium autumnale*.—42. Vésicules de la corolle du *Tagetes erecta*. — 43 Vésicules de la corolle de l'*Helianthus annuus*.— 44. Vésicules du calice du *Physalis Alkekengi*.— 45. Grains amylacés du fruit de cette plante, entourés de matière colorante jaune. — 46. Cellule de la corolle du *Siphocampylus manettiæflorus*. — 47. Vésicules colorées avec grains d'amidon obtenues du fruit du *Solanum macrophyllum*. — 48. Cellule de la corolle de l'*Ixora javanica*. — 49. Cellule du fruit de la Belladone. — 50. Une vésicule de ce fruit. — 51 à 61. Vésicules colorées du fruit du *Solanum guineense*.

PLANCHE 6.

Fig. 1. Cellule de la racine du *Smilax rotundifolia*. — 2. La même traitée par l'iode et l'acide sulfurique. — 3 et 4. Ses couches constituantes. — 5. Cellules avec vésicules amylacées naissantes, tirées d'un jeune rhizome de *Typha latifolia*. — 6, 7, 8, 10. Vésicules obtenues du même rhizome. — 11. Portion de cellule du même. — 12, 13, 14, 15. Vésicules amylacées jeunes du même rhizome. — 16. Cellule d'un jeune rameau du *Viscum album*, traitée par l'eau iodée. — 17. Cellule de l'embryon du *Lathyrus latifolius*. — 18 à 28. Vésicules obtenues de l'embryon du *Lathyrus ensifolius*. — 29. Cellules de l'embryon du *Phaseolus vulgaris*. — 30 à 37. Jeunes vésicules amylacées du *Phaseolus vulgaris*. — 38. Une cellule de l'embryon du *Vicia pisiformis*. — 39 à 42. Jeunes vésicules amylacées du *Vicia pisiformis*.— 43, 44, 45. Cellules d'un rameau de

Vanilla planifolia. — 46 et 47. Vésicules chlorophylliennes avec amidon obtenues du fruit du *Solanum tuberosum*. — 48 et 49. *n*, nucléus d'un fruit très jeune du *Physalis Alkekengi*. — 50 à 62. Développement de grains d'amidon nés dans un plasma vert de la tige du *Dieffenbachia Seguine*. — 63, 64, 65. Jeunes cellules du fruit du *Solanum Dulcamara*. — 66. Cellule de l'embryon du *Juglans cinerea* avant la maturité, avec vésicules aleuriennes jaunies par l'iode. — 67. Cellule de l'embryon du *Carya amara* traitée par l'iode. — 68. Cellule de l'embryon de l'*Arachis hypogea* avec aleurone et amidon colorés par l'iode. — 70. Cellule de l'embryon du *Cucurbita Pepo*, var. *Coloquinelle*, vers la maturité, avec aleurone et amidon colorés par l'iode. — 71. Une cellule d'un très jeune fruit du *Physalis Alkekengi*. — 72. Cellules d'une racine d'*Aristolochia* indéterminée, avec une couche amylacée, épaisse, bleuie par l'iode. — 73 et 74. Cellules avec grains d'amidon nés de la couche précédente. — 75. Cellule de l'albumen du *Pinus pinaster* avant la maturité, avec vésicules aleuriennes colorées par l'iode. — 76. Cellule de l'albumen du *Pinus excelsa* Wallich (?) jeune encore et traitée par l'iode. — 77, 78, 79. Amidon qui est parfois mêlé aux vésicules aleuriennes de la même plante.

PLANCHE 7.

Fig. 1 à 4. Cellules de l'albumen du *Melica altissima*. — 5, 6, 7. Jeunes cellules de l'albumen du *Scirpus sylvestris*. — 8. Cellules du rhizome du *Bletia Galeottiana*. — 9 à 16. Amidon de ce rhizome. — 17 et 18. Cellules d'une très jeune Pomme de terre. — 19. Jeunes grains d'amidon de la Pomme de terre. — 20, 21, 22. Jeunes cellules de l'albumen du *Festuca unioloides*. — 23, 24, 25. Grains d'amidon multiples de ce *Festuca*. — 26. Granules amylacés constituant ces grains multiples. — 27, 28, 29. Jeunes cellules de l'albumen du *Phytolacca esculenta*. — 30, 31, 32. Grains amylacés multiples de ce *Phytolacca*. — 33, 34. Jeunes cellules de l'albumen du *Beta vulgaris*. — 35, 36, 37. Grains d'amidon multiples du *Beta vulgaris*. — 38. Granules constituants de ces grains multiples. — 39, 40. Cellules de l'albumen jeune du *Silene fimbriata*. — 41, 42. Grains multiples de l'amidon de ce *Silene*. — 43. Grains d'aleurone de l'embryon, altérés par l'eau. — 44. Granules constituant les grains amylacés multiples. — 45, 46, 47. Cellules d'un jeune albumen d'*Amarantus sylvestris*. — 48. Granules constituant les grains d'amidon multiples de cette plante. — 49. Grains d'aleurone de l'embryon altérés par l'eau. — 50, 51. Cellules de l'albumen jeune du *Rivina lævis*. — 52, 53, 54. Grains d'amidon multiples, adultes, de ce *Rivina*. — 55. Granules amylacés constituant ces grains. — 56. Grains d'aleurone altérés par l'eau. — 57, 58, 59. Cellules de l'albumen de l'*Obione sibirica*. — 60, 61. Grains d'amidon multiples de cet *Obione*.

PLANCHE 8.

Fig. 1, 2, 3. Cellules de l'albumen jeune du *Lychnis dioica*. — 4 à 12. Grains d'amidon multiples de cette plante. — 13 à 17. Cellules de l'albumen jeune du *Lychnis sylvestris*. — 18 à 22. Portions de cellules et cellules de l'albumen jeune du *Lychnis noctiflora*. — 23. Cellule de l'albumen jeune du *Portulaca oleracea*. — 24 à 35. Cellules, nucléus et grains d'amidon multiples de l'albumen de l'*Arum italicum*. — 36, 37, 38. Nucléus de l'albumen du *Tradescantia subaspera*, à divers degrés de développement. — 39. Nucléus de l'albumen de ce *Tradescantia* entouré de grains d'amidon multiples jeunes. — 40. Autre nucléus du même albumen. — 41. Cellules d'une jeune feuille d'*Orchis latifolia*. — 42. Une cellule jeune de l'albumen du *Zea Mays*. — 43. Une cellule jeune de l'albumen jeune de l'*Emex spinosus*. — 44. Grains d'amidon de cet albumen adulte.

PLANCHE 9.

Fig. 1, 2. Cellules de l'albumen du *Mirabilis Jalapa*. — 3. Grains d'amidon de cet albumen, adultes et grossis de 380 diamètres. — 4 à 7. Grains d'amidon de l'*Elymus striatus*. — 8, 9. Amidon de l'*Ervum incurvus*. En 8 *b*, granules jaunissant par l'iode. — 10. Agrégat de grains d'amidon du *Rheum undulatum*. — 11. Grains d'amidon isolés du même *Rheum*. — 12. Amidon de l'albumen du *Rumex hydrolapathum*. — 14. *a*, amidon du *Bromus tectorum*, L.; *b*, amidon du *Bromus brachystachyus* Horn.; *c*, amidon du *Bromus commutatus* Schrad. — 15. Amidon du *Brachypodium subtile* Fr. et M. — 16, 17, 18. Amidon de l'albumen du *Sagittaria lancifolia*. — 19. Un grain d'amidon de l'albumen de l'*Alisma ranunculoides*. — 20, 21. Amidon de l'albumen de l'*Hordeum bulbosum*. — 22. Amidon de l'albumen de l'*Anthephora elegans* Schreb. — 23. Amidon de l'albumen du *Cenchrus spinifex* Cav. — 24. Amidon du *Pennisetum longistylum* Hochst. — 25. Amidon de l'*Oplismenus crus Galli* Kit. — 26. Amidon du *Setaria compressa*. — 27. Amidon des *Panicum proliferum* en *a*, *ciliare* en *b*, *c*, *d*. — 28. Amidon du *Paspalum stoloniferum* Bosc. — 29. Amidon de l'albumen du *Pterostegia drymarioides*. — 30 à 35. Amidon des racines tuberculeuses du *Ficaria ranunculoides*. — 36 à 46. Amidon de la tige de *Dieffenbachia Seguine*. — 47 à 84. Amidon du rhizome de l'*Iris florentina*. — 85 à 111. Amidon de l'albumen de l'*Avena pubescens*. — 112 à 118. Amidon de l'albumen de l'*Avena hirsuta*. — 119. Un grain partiel creux de l'*Avena sativa*.

PLANCHE 10.

Fig. 1 à 11. Amidon de l'albumen du *Dyckia remotiflora* Ott. et Dietr. — 12. Grain d'amidon composé de l'albumen du *Phleum annuum*. — 13. Grain partiel d'un tel grain composé. — 14. Grain simple se sectionnant. — 15 à

21. Amidon de l'albumen de l'*Alopecurus utriculatus.* — 22 à 24. Jeunes grains d'amidon composés de l'*Alopecurus agrestris.* — 25 à 50. Amidon de la souche du *Chelidonium majus*, se trouvant aussi dans les *Ch. quercifolium* et *grandiflorum.* — 51. Portions de cellules d'une patate naissante (*Batatas edulis*). — 52 à 68. Amidon de la patate à divers degrés de développement. — 69, 70, 71. Grains d'amidon composés de l'embryon de l'*Entada Pursætha.* — 72 à 75. Amidon de la souche du *Spiræa Ulmaria.* — 76 à 80. Amidon du péricarpe du *Cratægus pyriformis.* — 81 à 86. Amidon d'une Pomme de terre encore jeune. — 87, 88, 89. Amidon des cellules du placenta d'un jeune fruit du *Lycopersicum esculentum.* — 90 à 107. Amidon du fruit du *Solanum tuberosum.* — 108, 109, 110. Amidon d'un fruit non mûr du *Musa sinensis.* — 111 et 112. Amidon de la souche du *Curcuma rubescens.*

PLANCHE 11.

Fig. 1. Amidon à structure fibreuse rayonnante, obtenue par l'action du chlorure de chaux sur la fécule de pomme de terre. — 2 à 9. Amidon du bulbe du *Phajus grandiflorus* en voie de résorption chez la plupart de ces grains. — 10. Amidon des écailles du bulbe du *Lilium candidum.* — 11. Le même, en voie de résorption en *b.* — 12 à 16. Grains d'amidon de la racine de Colombo. — 17, et 18. Autres grains d'amidon du *Lilium candidum* en voie de résorption. — 19 à 30. Grains d'amidon du rhizome du *Canna gigantea.* — 31 à 35. Grains d'amidon du rhizome du *Canna gigantea*, en voie de résorption. — 36. Grain d'amidon de la Pomme de terre traité par le chlorure de chaux. — 37 à 45. Grains d'amidon d'un rhizome âgé du *Zingiber Zerumbet*, en voie de résorption. — 46, 47, 48. Grains d'amidon d'une racine napiforme du *Zingiber Zerumbet.* — 49. Amidon de l'albumen du *Ravenala guyanensis* en *a*, *b*, *c*, *d*; granules jaunissant par l'iode en *f.* — 50 à 60. Cellules mères du pollen du *Tradescantia virginica.*

PLANCHE 12.

Fig. 1. Une cellule de l'embryon de l'*Onobrychis caput Galli*: *a*, amidon; *b*, vésicules aleuriennes altérées par l'eau. — 2. Une cellule de l'albumen du *Bauhinia tomentosa.* — 3. Une cellule de l'embryon de l'*Edwardsia chrysophylla.* — 4. Une cellule de l'embryon du *Dolichos pruriens*: *a*, amidon; *v*, *v'*, vésicules aleuriennes. — 5. Vésicules aleuriennes de ce *Dolichos*, vues dans l'eau. — 6. Cellule de l'embryon du *Glycyrrhiza glandulosa.* — 7. Une cellule de l'embryon du *Mimosa horrida.* — 8, 9, 10. Cellules de l'embryon du *Colutea arborescens* à divers âges. — 11 à 15. Vésicules aleuriennes de cette plante à différents degrés d'altération par l'eau. — 16. Cellule de l'embryon du *Coulteria horrida* (?), vue dans l'huile. — 17, 18, 19, 20. Vésicules aleuriennes altérées par l'eau. —

21, 22. Cellules de l'embryon du *Lupinus varius* : l'une jeune, vue dans l'eau; l'autre adulte, vue dans l'huile. — 23. Une vésicule aleurienne de cette plante au commencement de l'action de l'eau. — 24 à 27. Cellules de l'embryon du *Lupinus mutabilis* : 24, jeune; 25, plus âgée; 26, la même dans l'eau; 27, une cellule adulte vue dans l'huile.—28 à 31. Vésicules aleuriennes du *Pinus strobus* dans l'éther auquel on a ajouté ensuite un peu d'ammoniaque. —32 à 37. Vésicules aleuriennes du *Pinus canadensis* traitées de la même manière. — 38 à 45. Vésicules aleuriennes du *Pinus excelsa* Wall. dans les mêmes circonstances. — 46. Vésicule aleurienne de l'embryon du *Centaurea calcitrapa*, de celles dont les vacuoles sont les plus grandes. — 46 *bis*. *a*, *b*, vésicules aleuriennes de l'embryon du *Tragopogon majus*. — 47. Vésicules aleuriennes du *Linum usitatissimum*, placées dans l'éther et traitées ensuite avec précaution par l'ammoniaque. — 48. *a*, *b*, vésicules aleuriennes du *Sambucus canadensis*, vues dans l'huile. — 49. *a*, *b*, *c*, *d*, vésicules aleuriennes du *Chelidonium majus*, dans l'huile. — 50 à 53. Amidon de l'*Elymus striatus* en voie de résorption.—54, 55, 56. Amidon du *Triticum villosum* en voie de résorption. — 57. Amidon de l'*Hordeum distichum* en voie de résorption. — 58 à 61. Amidon de l'*Hordeum hexastichon* en voie de résorption. — 62 et 63. Amidon du *Secale montanum* en voie de résorption. — 64 et 65. Cellules de l'albumen de l'*Asphodelus fistulosus* jeunes encore. — 66. Cellule de l'embryon mûr du *Xanthium strumarium*. — 67 et 69. Cellules de l'embryon du *Xanthium italicum* ; 68, vésicules aleuriennes altérées par l'eau. — 70. Cellule de l'albumen du *Magnolia tripetala*, dans l'huile. — 71, 72. Cellules de l'albumen du *Sideroxylon spinosum*, dans l'huile. — 73, 74, 75. Vésicules aleuriennes de cette plante au commencement de l'action de l'eau. — 76. Cellule de l'albumen du *Pinus pinaster*, dans l'huile. — 77 à 84. Vésicules aleuriennes du Ricin diversement traitées.— 85, 86, 87. Cellules de l'embryon du *Cardiospermum Halicacabum*, à divers âges. — 88, 89. Grains d'amidon de la Pomme de terre traités par le chlorure de chaux. — 90. Cellule de l'embryon du *Moringa aptera*, dans la solution concentrée de potasse. — 91 à 95. Vésicules aleuriennes du *Magnolia tripetala* placées dans l'éther et traitées avec précaution par l'ammoniaque.

FIN DU DIXIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DE PLANTES.

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

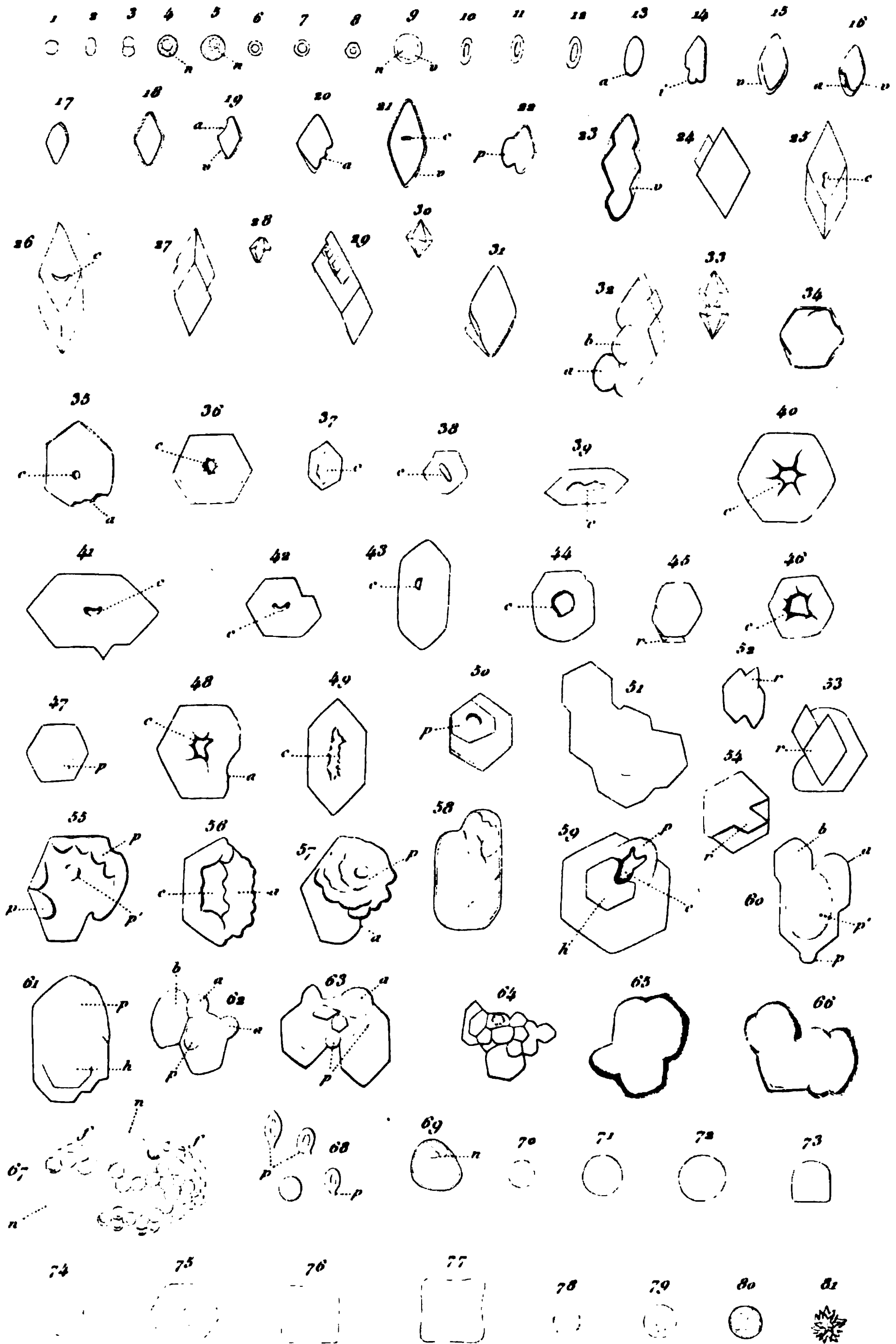
RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE.

A. Trécul del. *Duménil sc.*

Nucléus.

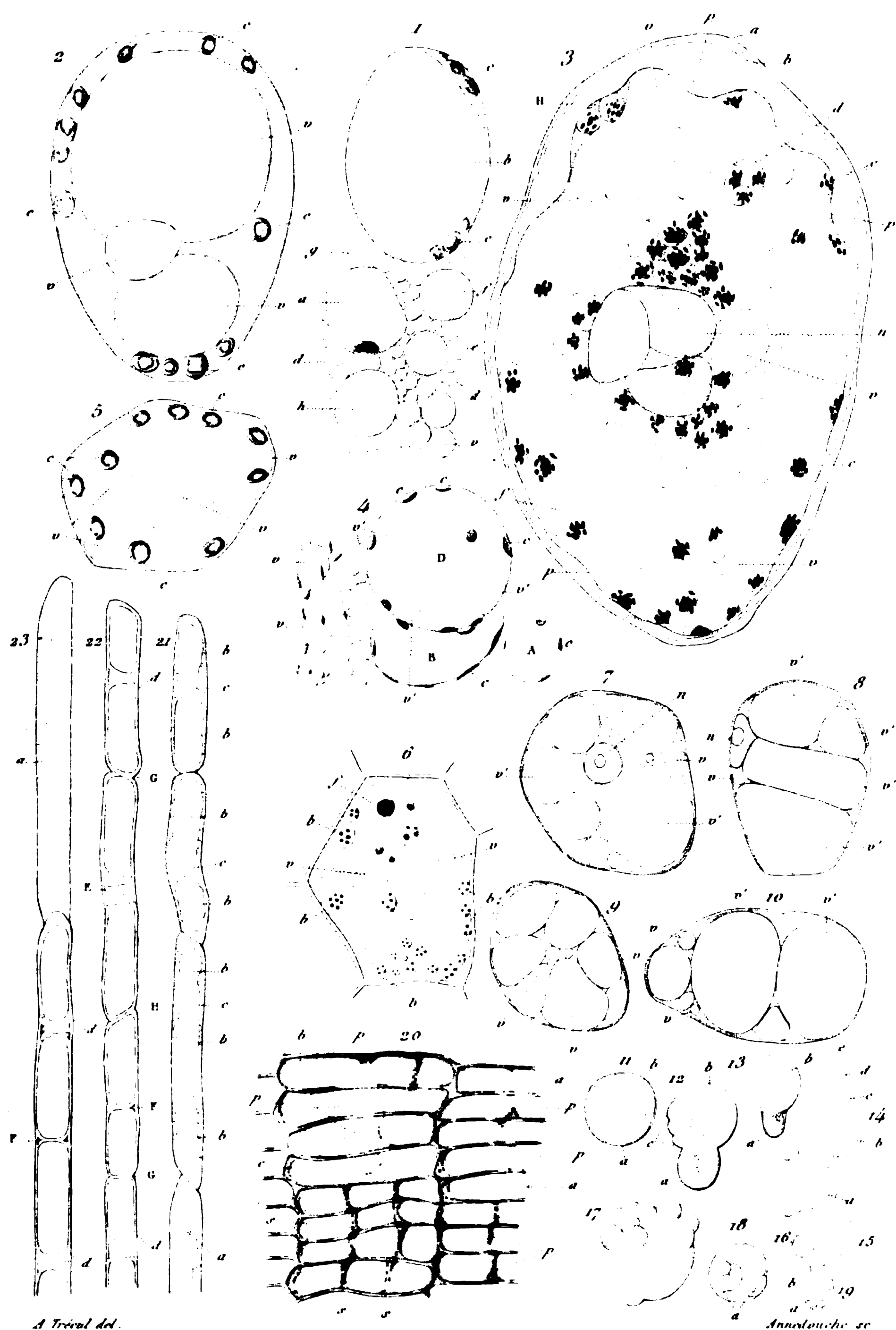
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.



A. Trécul del. Duménil sc.

Vésicules cristalligènes.

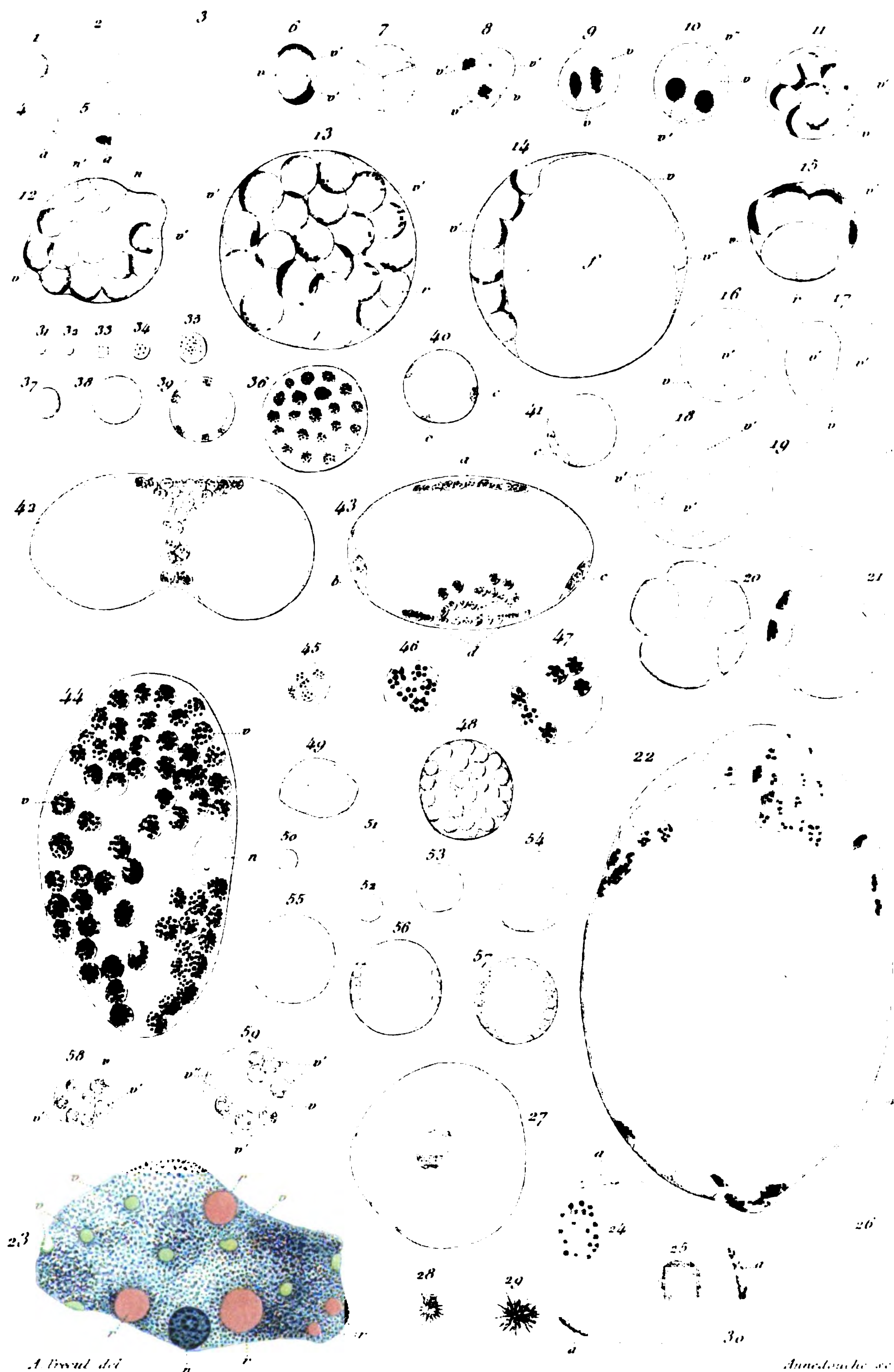
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.



A. Tréval del. Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

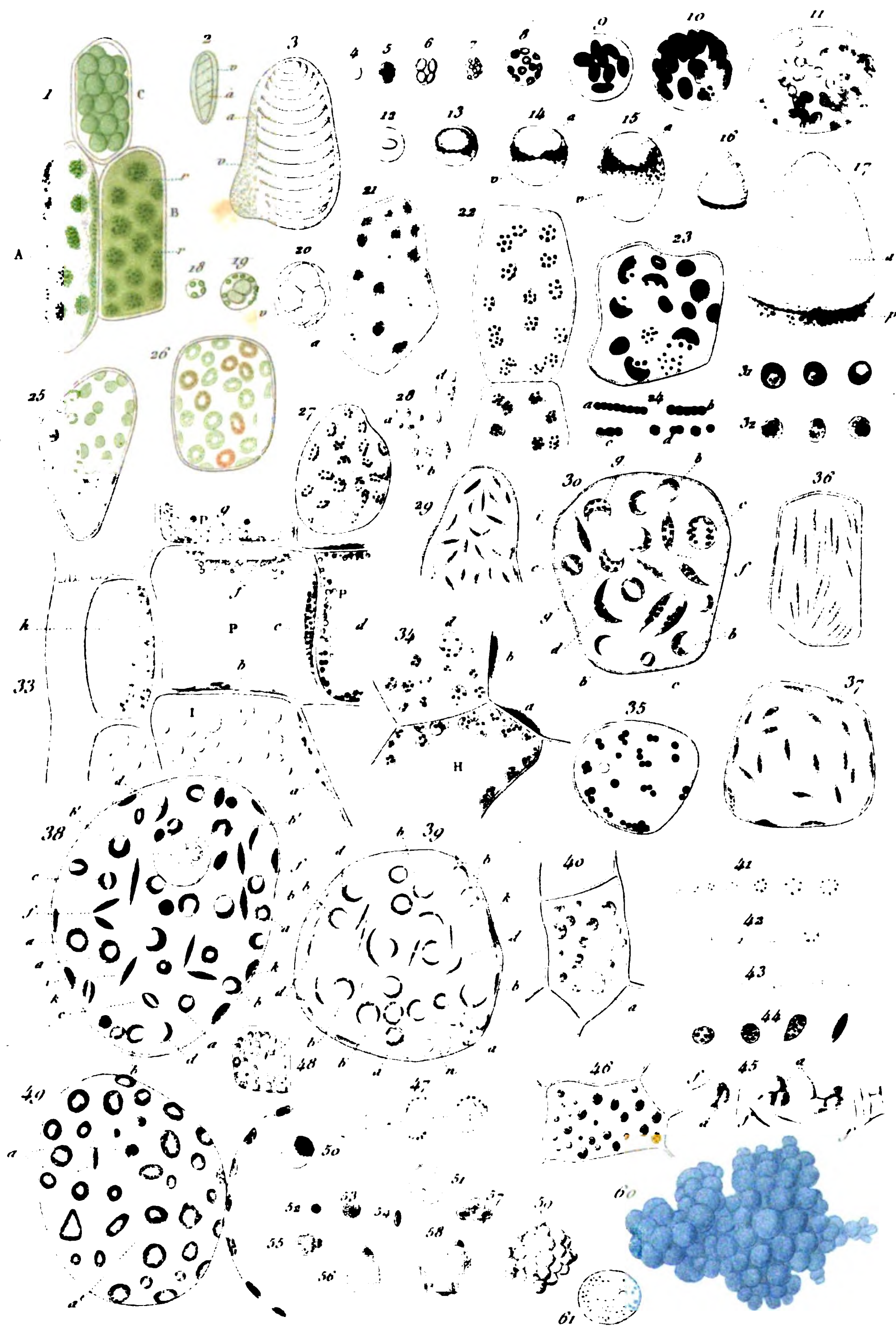
N. Remond imp. r. Vieille-Estrapade, 15 Paris



A. Trécul del. Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

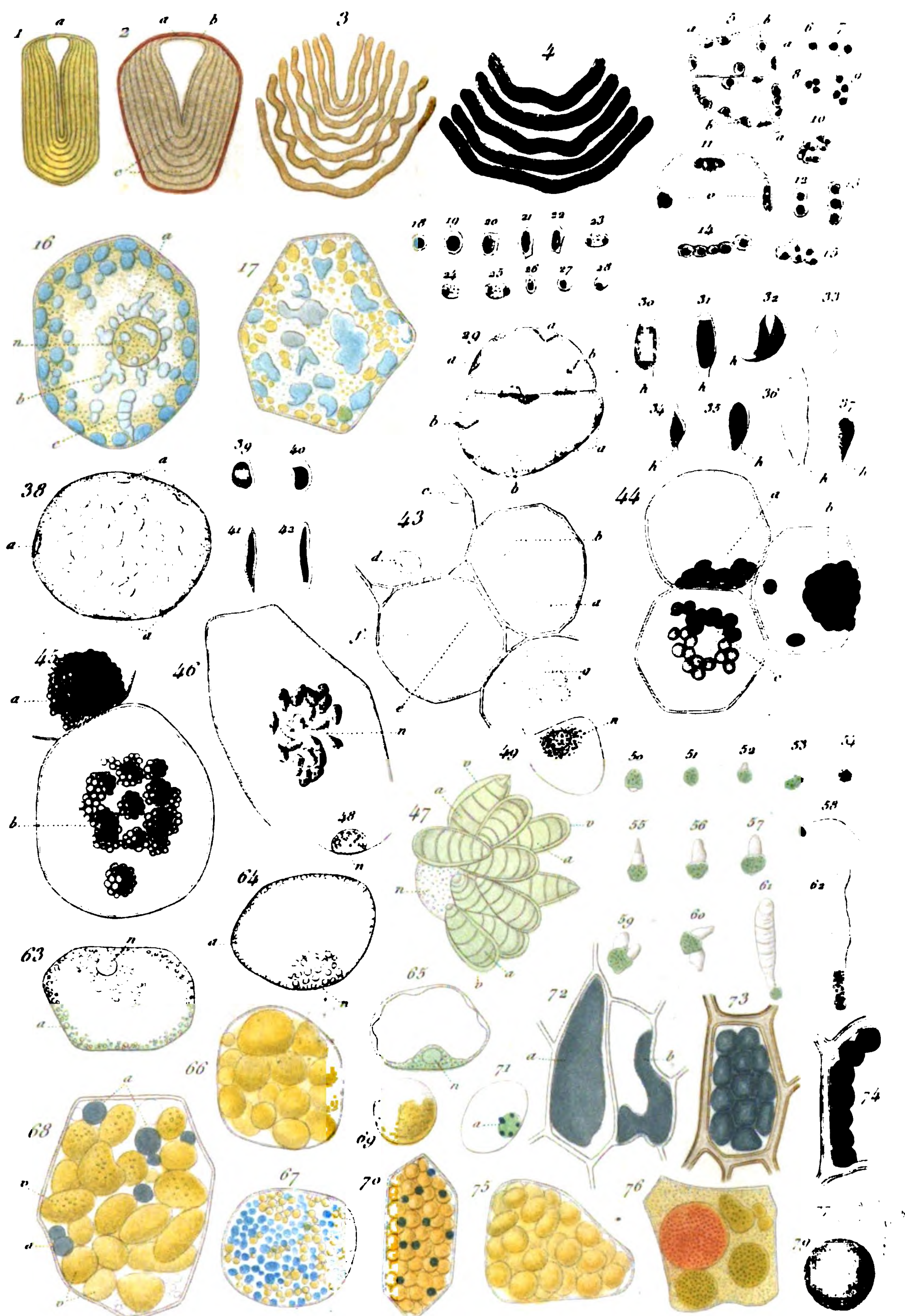
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade 15 Paris.



A. Trecul del. Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

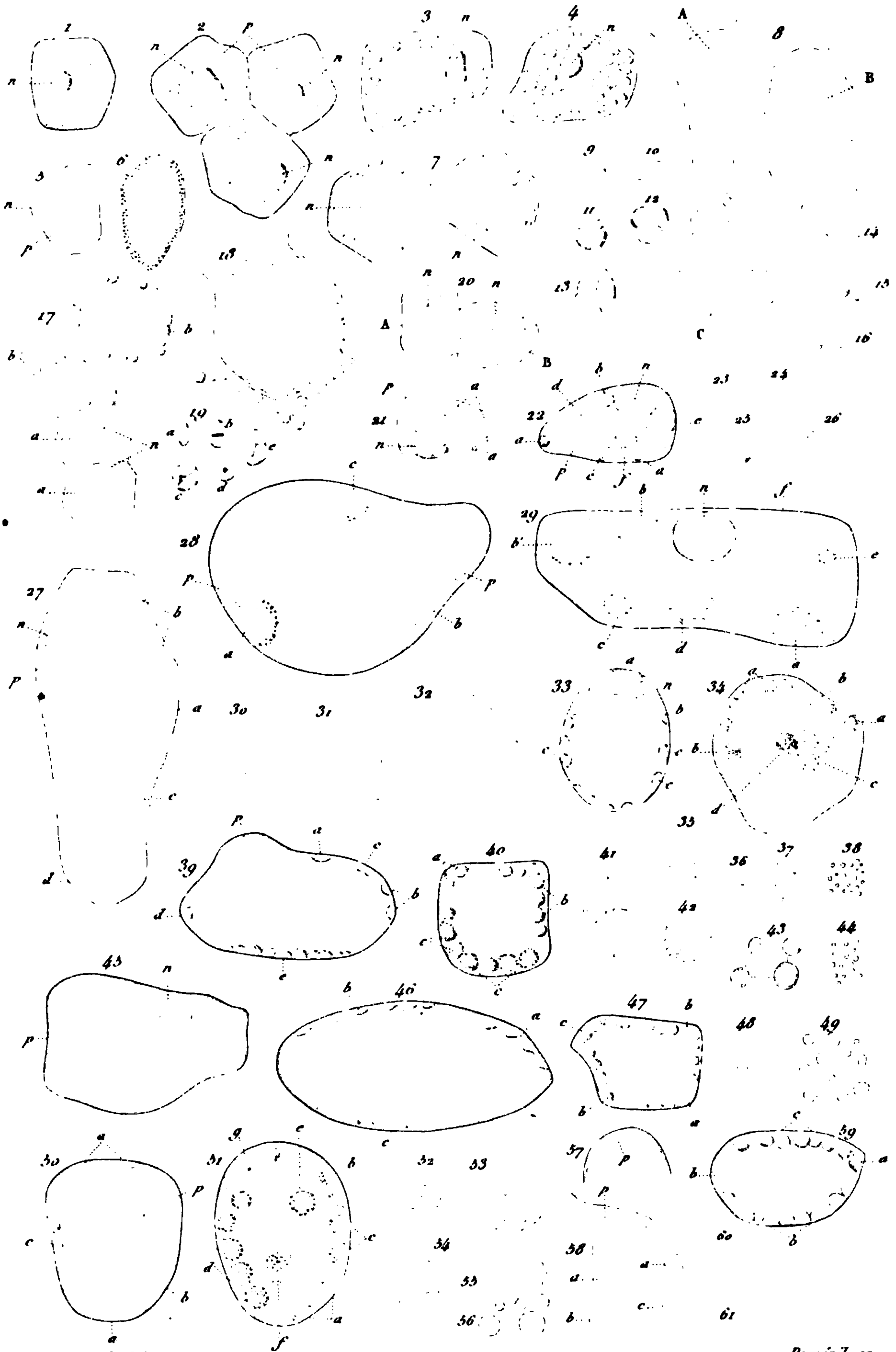
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade 15 Paris



A Trécul del. Annedouche sc.

Formations vésiculaires.

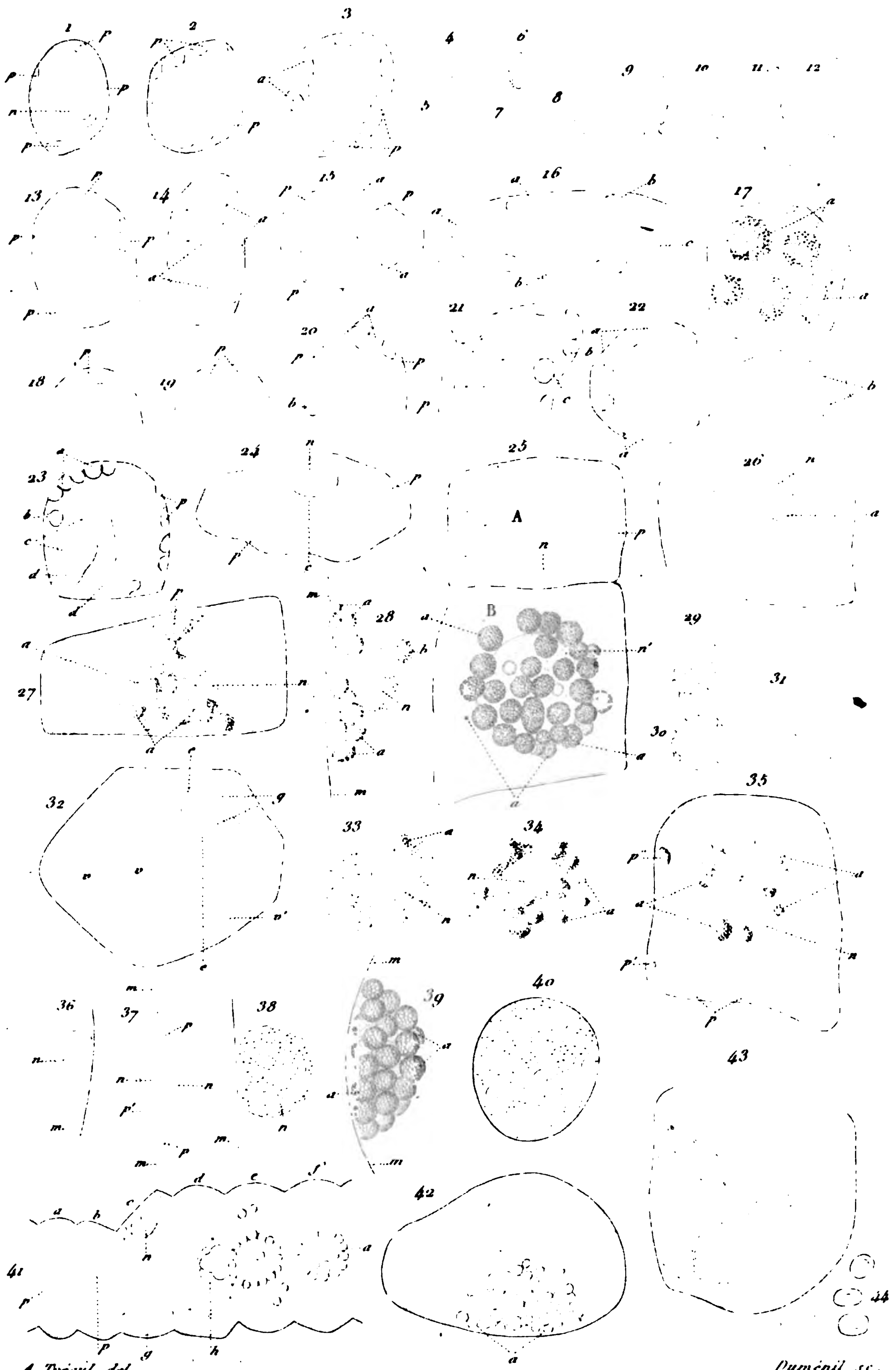
N. Rémond imp. r. ... Estrapade ... Paris



A. Trécul del. Duménil sc.

Amidon.

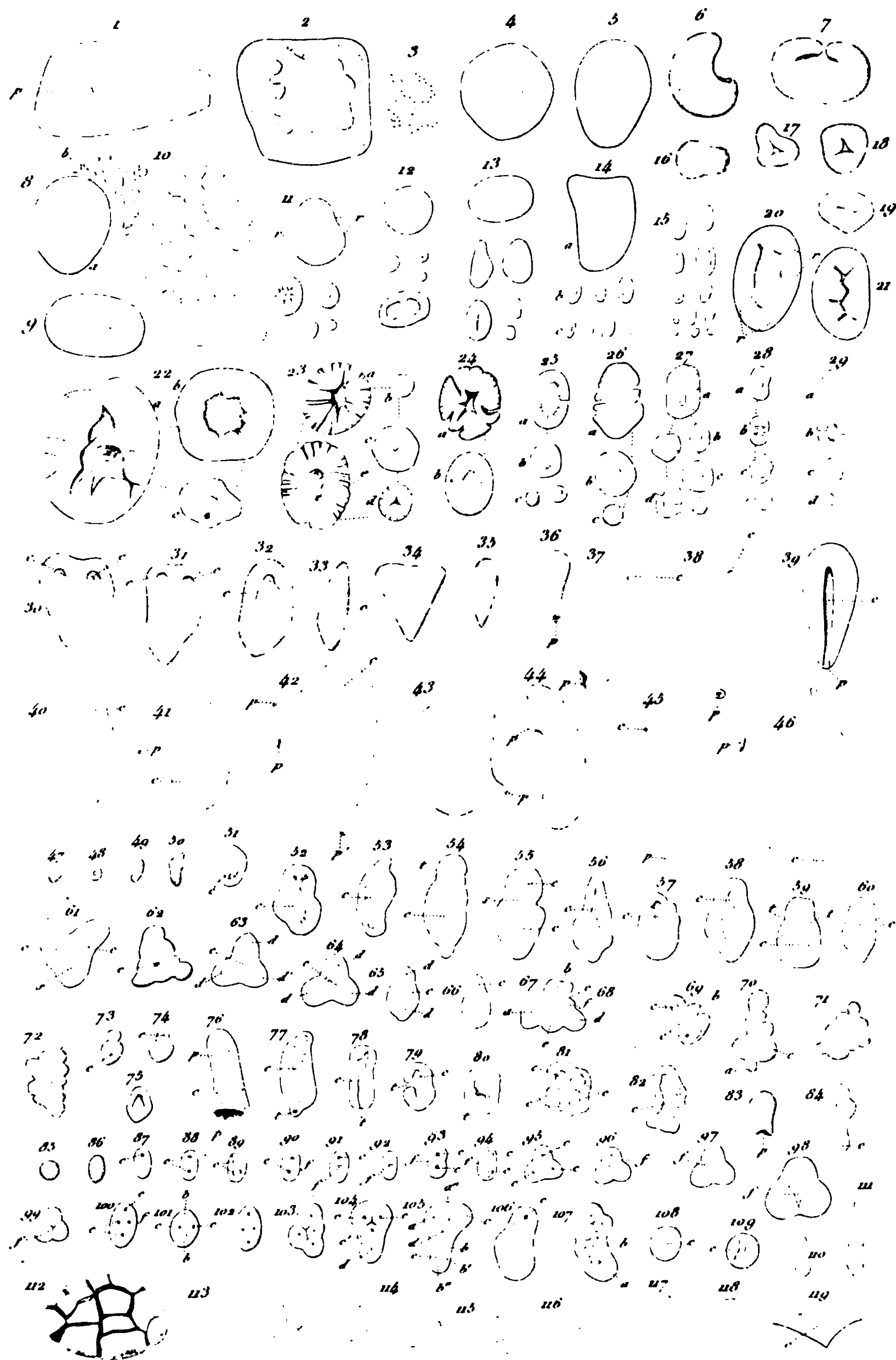
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15 Paris.



A. Trécul del. Duménil sc.

Amidon.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15. Paris.



A. Trécul del. *Duménil sc.*

Amidon.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15. Paris.



A. Trécul del. Duménil sc.

Amidon.

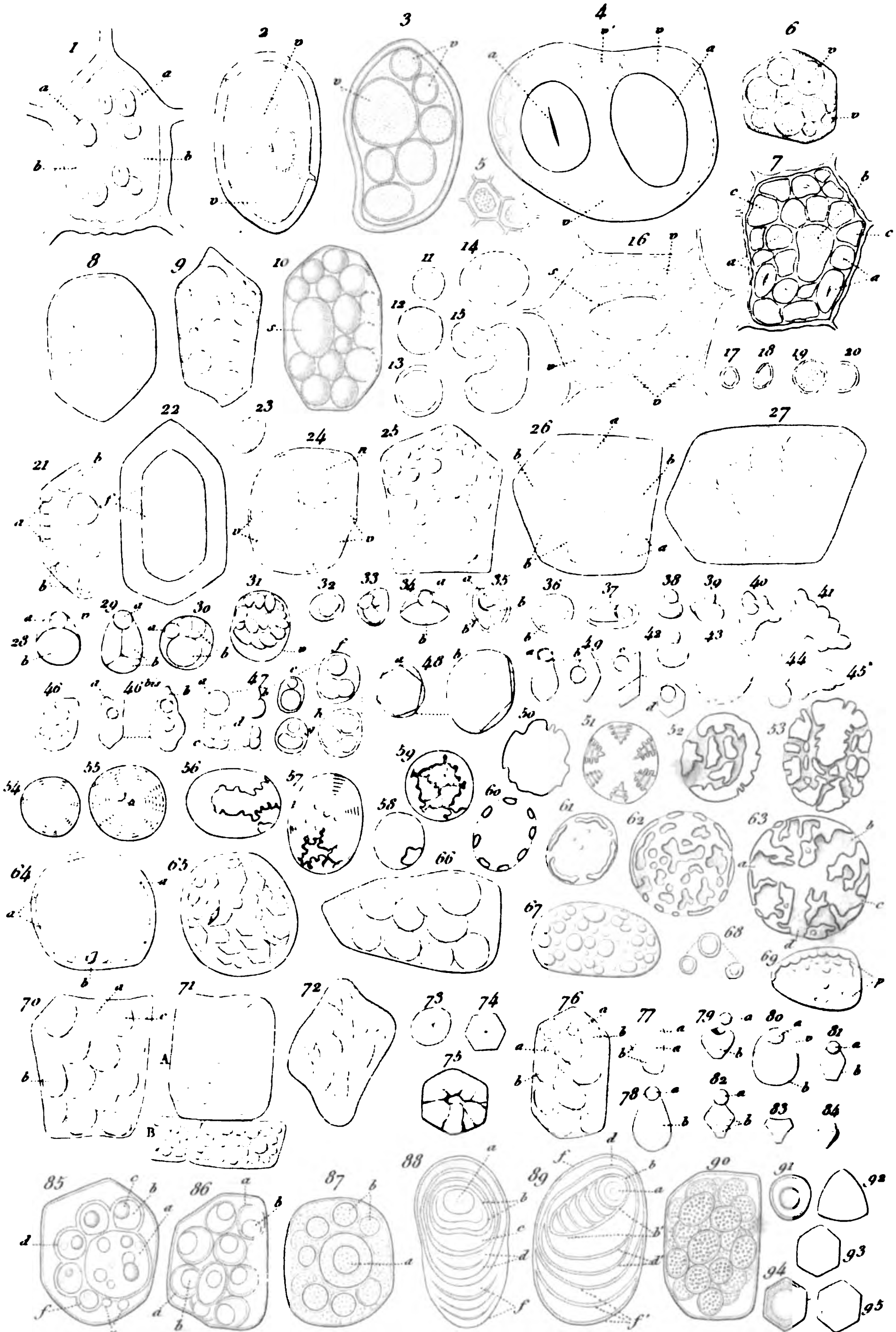
N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15. Paris.



A. Trécul del. Dumenil sc.

Amidon et nucléus.

H. Remond imp. r. Vieille-Estrapade 15 Paris.



A. Trécul del. Duménil sc.

Vésicules aleuriennes et amidon.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade. 15. Paris.



Ascobolus.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade 15 Paris.

Fig. 1.

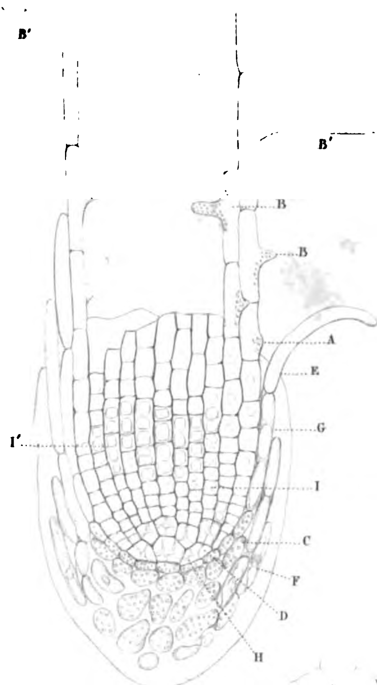


Fig. 2.

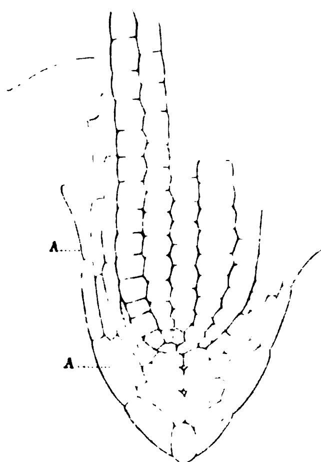


Fig. 5.

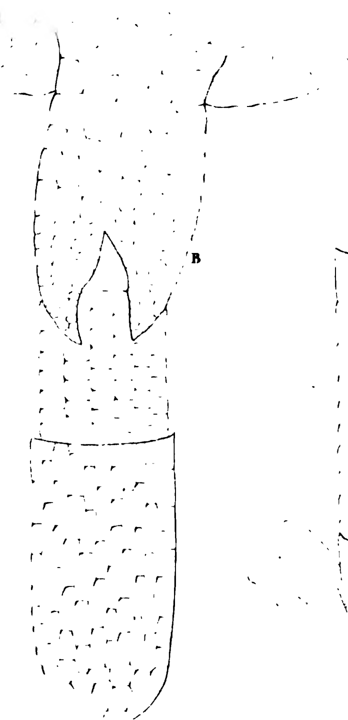


Fig. 3.



Fig. 4.



Garreau del. Mme Doulot sc.

Accroissement et exfoliation des extrémités radiculaires.

N. Rémond imp. r. Vieille-Estrapade, 15, Paris.